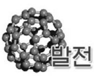
차 례

교과서안내

	학습에 도움이 될 여러가지 참고자료들과 상식들을 폭넓게 담고있다.		화학실험이나 지식습득에서 반드시 주의를 돌려야 할 내용을 담고있다.
	새 지식을 이끌어내고 실험기능을 높이기 위하여 수업시간에 하는 새기기실험(또는 보이기실험)이다.		쉽게 얻을수 있는 시약이나 기구를 리용하여 자체로 해보는 과외실험이다.
	배운 내용에 기초하여 한계단 높은 지식을 습득하기 위한 내용을 담고있다.		지적능력을 높이기 위한 실험 및 응용문제들을 담고있다.
?	이미 배운 내용을 다지고 새로운 지식과의 련관을 맺어주기 위한 물음이다.	장종합	해당 장의 내용을 호상련관속에서 종합체계화하여 알기 쉽게 묶어준것이다.

제1장. 산

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《기초화학공업인 산, 알카리공업과 카바이드공업을 더욱 발전시키며 소다생산에 필요한 소금생산을 빨리 늘일것이다.》

산, 알카리와 카바이드 및 소금생산공업은 기초화학공업이며 기초화학제품들은 경제건설과 인민생활향상에서 중요한 역할을 노는 물질들이다.

경애하는 수령 **김일성**대원수님과 위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 우리 나라에 기초화학공업기지들을 튼튼히 꾸려주시고 많은 기초화학제품들을 생산하도록 현명하게 령도하여주시였다.

익지 않은 사과, 포도, 싱아는 물론 식초와 김치는 신맛을 낸다. 우리는 흔히 신맛을 내는 물질을 가리켜 산이라고 부른다.

식초에는 초산, 포도에는 포도주산, 사과에는 사과산, 싱아에는 싱아산, 김치에는 젖산이 들어있다.

산은 화합물의 한 종류이며 거기에는 초산, 염산, 류산, 질산 등 여러가지가 속한다.

제1절. 전해질과 비전해질

물질의 수용액들가운데는 전기를 흘러보내는것과 흘러보내지 않는것이 있다.

소금결정과 사탕결정 그리고 순수한 물(증류수)은 전기를 흘러보내지 않는다.

소금용액에서는 전기가 흐르지만 사탕용액에서는 전기가 흐르지 않는다.

소금과 같이 물에 용해될 때 이온으로 해리되는 물질을 전해질이라고 부르며 사탕과 같이 수용액에서 이온으로 해리되지 않는 물질을 비전해질이라고 부른다.

그러면 전해질의 수용액에서 전기가 흐르는 까닭은 무엇인가?

실험 용액의 전기전도성

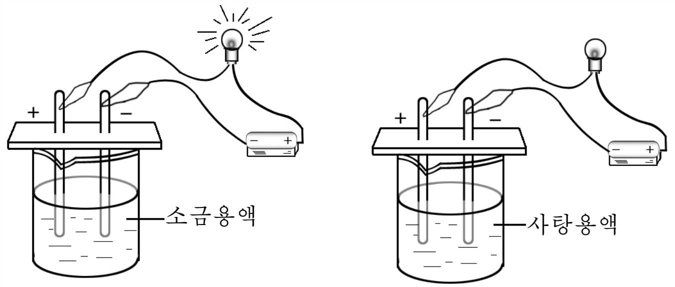
① 그림과 같은 실험장치를 꾸민다.

② 종이우에 놓여있는 소금과 사탕에 전극을 대고 전등에 불이 켜지는가를 본다.

③ 깨끗이 씻은 전극을 물(증류수)에 잠그고 전등에 불이 켜지는가를 본다.

④ 전극을 깨끗이 씻은 다음 사탕용액과 소금용액에 각각 잠그어 전등에 불이 켜지는가를 본다.

무슨 물질이 들어있는 용액에서 불이 켜지는가?



금속에서 전기가 흐르는것은 금속안에 있는 음전기를 띤 전자들이 한방향으로 이동하기때문이다.

마찬가지로 전해질의 수용액이 전기를 흘러보내는것은 용액속에 전기를 나르는 작은 알갱이들이 있기때문이다.

그 작은 알갱이는 이온이다.

전해질의 수용액에는 전기를 나르는 이온들이 있다.

전해질의 수용액을 간단히 **전해질용액** 또는 **이온용액**이라고 부른다.

그러면 전해질용액속의 이온들은 어떻게 생겨났는가.

소금과 같은 전해질들은 모두 양이온과 음이온으로 이루어진 물질들이다.

전해질을 물에 넣어 용해시키면 물분자의 작용으로 전해질은 이온들로 갈라진다.

전해질이 물에 용해되면서 이온으로 갈라지는 현상을 **전해질해리**라고 부른다.

전해질인 소금결정을 물에 넣으면 용해되면서 양이온 Na^+와 음이온 Cl^-로 해리된다.

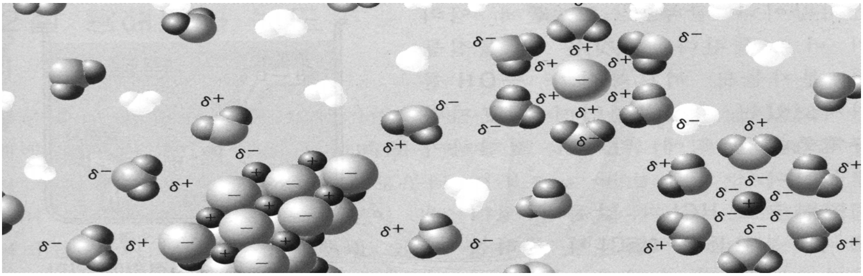


그림 1-1. 소금결정의 용해와 해리

이온(양이온과 음이온)으로 이루어진 물질인 소금결정을 물에 넣으면 물분자의 작용에 의해 나트리움양이온과 염소음이온사이의 끌힘이 약해져서 해리된다.

소금의 해리를 다음과 같이 나타낸다.

$$NaCl = Na^+ + Cl^-$$

? 소금수용액이 전해질인가? 소금결정이 전해질인가?

전해질은 수용액에서만이 아니라 용융상태(액체)에서도 해리된다.

전해질이 해리되여 생긴 이온은 전기를 띠고있다.

이온의 전하수(전기띤수)를 이온가라고 부른다.

이온가는 Na^+, Ca^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}과 같이 화학기호의 오른쪽우에 표시한다.

(1+나 1-와 같이 이온가의 수자가 1인 때는 수자 1을 쓰지 않는다.)

몇가지 이온들의 이온가 표 1-1

양이온의 이름	이온가	음이온의 이름	이온가
수소이온 H^+	1+	염소이온 Cl^-	1-
나트리움이온 Na^+	1+	초산이온 CH_3COO^-	1-
칼리움이온 K^+	1+	브롬이온 Br^-	1-
암모니움이온 NH_4^+	1+	요드이온 I^-	1-
은이온 Ag^+	1+	류산이온 SO_4^{2-}	2-
칼시움이온 Ca^{2+}	2+	질산이온 NO_3^-	1-

(표계속)

양이온의 이름	이온가	음이온의 이름	이온가
마그네시움이온 Mg^{2+}	2+	탄산이온 CO_3^{2-}	2−
바리움이온 Ba^{2+}	2+	린산이온 PO_4^{3-}	3−
동이온 Cu^{2+}	2+	아류산이온 SO_3^{2-}	2−
2가철이온 Fe^{2+}	2+	탄산수소이온 HCO_3^-	1−
3가철이온 Fe^{3+}	3+	류황이온 S^{2-}	2−
알루미니움이온 Al^{3+}	3+	염소산이온 ClO_3^-	1−
3가크롬이온 Cr^{3+}	3+	파망간산이온 MnO_4^-	1−
아연이온 Zn^{2+}	2+	수산이온 OH^-	1−

전해질들의 화학식을 세우는데는 산화수보다 이온가에 기초하는것이 더 간단하다.(이것에 대하여서는 뒤에서 학습하게 된다.)

전해질에는 무기화합물인 많은 산, 염기, 염이 속하며 비전해질에는 대부분의 유기화합물이 속한다.

참 고 산화수와 이온가의 다른 점

① 산화수는 원소의 성질이고 이온가는 이온의 성질이다.

산화수는 결합을 이루고있는 원소의 원자가 내보내거나 받아들인 전자의 수이고 이온가는 이온의 전기띤수 즉 전하수이다.

② 산화수는 부호를 수자앞에 붙이고 이온가는 부호를 수자뒤에 붙여 표시한다.

례를 들어 알루미니움원소의 산화수는 +3이고 알루미니움이온의 이온가는 3+이다.

③ 산화수는 모든 물질의 화학식을 세우는데 쓰이지만 이온가는 전해질의 화학식을 세우는데 쓰인다.

문 제

1. 다음 물질에서 전해질과 비전해질을 갈라보아라.

ㄱ) 농마는 고체상태에서와 수용액에서 전기를 흘러보내지 않는다.

ㄴ) 류산동결정은 전기를 흘러보내지 않으나 그 수용액은 전기를 흘러보낸다.

ㄷ) 산화칼시움은 고체상태와 용융상태에서 전기를 흘러보내지 않는다.

ㄹ) 고체인 싱아산은 전기를 흘러보내지 않지만 그 수용액은 전기를 흘러보낸다.

ㅁ) 가성소다는 고체상태에서는 전기를 흘러보내지 않지만 용융상태와 수용액에서는 전기를 흘러보낸다.

2. 다음 전해질들의 해리를 화학방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 염화칼시움 $CaCl_2$

ㄴ) 염화바리움 $BaCl_2$

만일 이 두 용액속에 들어있는 양이온과 음이온의 개수가 같다면 전기가 흐르는 정도는 어떠하겠는가?

3. 표 1-1을 보면서 다음 전해질들이 어떤 이온으로 해리되겠는가를 말하여라. 그 해리를 화학방정식으로 나타내여라.

K_2SO_4, HCl, $NaOH$, $Ca(NO_3)_2$

제2절. 초산

국수를 먹거나 물고기회, 남새생채를 만들어먹을 때 식초가 쓰인다.

식초는 초산의 수용액(5~10%)이다. 식초가 신맛을 내는것은 그속에 초산이 들어있기때문이다.

초산은 신맛을 가지는 산들중의 한 물질이다.

초산은 탄소와 산소, 수소원소로 이루어진 화합물인데 그 화학식은 $H_4C_2O_2$ 혹은 CH_3COOH나 HCH_3COO로 쓴다.

Ⓘ 초산의 화학식량(Mr)과 몰질량(M)은 얼마인가?

초산은 신맛외에 또 어떤 성질을 가지고있는가.

초산은 자극성냄새가 세게 나는 색없는 액체이다.

순수한 초산은 16.6℃아래에서 얼음모양의 결정으로 된다.

이것을 얼음초산(빙초산)이라고 부른다.

빙초산은 피부를 심히 파괴하므로 손으로 직접 만지지 말아야 하며 그대로 식용으로 쓰지 말고 초산용액(식초)으로 만들어써야 한다.

초산용액은 푸른 리트머스지를 붉은색으로 변화시킨다.



초산에 대한 리트머스알림약의 작용

① 시험관에 묽은 초산용액을 조금 부어넣는다.

② 시험관에 푸른 리트머스지를 넣고 어떤 변화가 일어나는가를 본다.



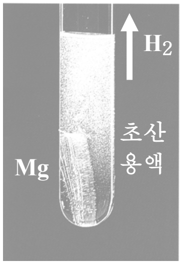
초산은 일부 금속과 반응하여 수소기체를 내보낸다.

실험 초산과 금속과의 반응

① 시험관에 묽은 초산용액을 조금 부어넣는다.

② 묽은 초산이 들어있는 시험관에 금속마그네시움쪼각을 넣는다.

어떤 변화가 일어나는가를 본다.



또한 초산은 금속산화물과도 반응한다.

초산은 마그네시움과 치환반응을 하여 초산마그네시움과 수소기체를 만든다.

$$2HCH_3COO + Mg = \underset{\text{초산마그네시움}}{Mg(CH_3COO)_2} + H_2\uparrow$$

실험 초산과 금속산화물과의 반응

① 시험관에 묽은 초산용액을 조금 넣는다.

② 그 시험관에 약숟가락으로 검은색의 산화동가루를 조금 넣는다. 시험관을 흔들면서 어떤 변화가 일어나는가를 본다.

초산은 산화동(Ⅱ)과 반응하여 초산동과 물을 만든다.

$$2HCH_3COO + CuO = \underset{\text{초산동}}{Cu(CH_3COO)_2} + H_2O$$

산화동은 검은색이고 초산동용액은 푸른색을 띤다.

초산이 금속과 반응하여 수소기체를 내보내고 금속산화물과 반응하여 물이 생기는것은 무엇때문인가?

그것은 초산이 전해질이므로 다음과 같이 해리되여 수소이온 H^+를 내기때문이다.

$$HCH_3COO \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$

초산이 신맛을 가지며 푸른 리트머스지를 붉은색으로 변화시키는것도 다 수소이온 H^+때문이다.

초산은 쓰이는데가 많다.(그림 1-2)

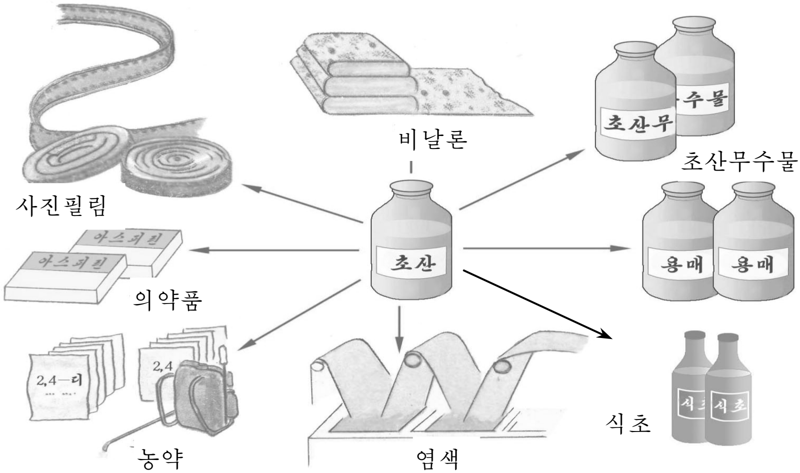


그림 1-2. 초산의 용도

참고 우리 생활에서 식초의 리용

사람들의 생활과정에 식초는 여러가지 목적에 쓰인다.

① 음식물의 조미료와 식료품절임에 쓰인다.

② 보온병이나 물통의 안벽에 붙은 물때를 씻어내는데 쓰인다.

③ 옷에 묻은 쇠물얼룩을 지우는데 쓰인다.

④ 차나 배에서 멀미를 하는 사람들이 차나 배에 오르기 전에 식초를 탄 물을 한고뿌 마시면 멀미를 덜 한다.

⑤ 몹시 피로한 사람이 목욕물에 식초를 얼마간 타서 목욕을 하면 몸의 피로가 잘 풀린다.

⑥ 잠자리가 달라져 잠이 잘 오지 않는 경우에 식초를 탄 사이다를 한고뿌 마시면 잠이 잘 올수 있다.

⑦ 식초는 전염병예방과 구급처치에도 쓰인다.

식초를 탄 물을 자주 마시면 설사를 비롯한 소화기계통의 전염병을 미리막을수 있다. 그리고 솜에 식초를 묻혀서 코구멍에 넣으면 코피가 나오는것을 멎게 하며 모기에 물렸을 때 식초를 바르면 아픔을 제거할수 있다.



집에서 할수 있는 화학실험

① 2개의 작은 유리고뿌에 식초를 조금 넣는다.

② 한쪽 고뿌의 식초에는 걸면을 잘 닦은 철못을 담그어넣고 어떤 변화가 일어나는가를 본다. 일어난 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

③ 다른쪽 고뿌의 식초에는 회가루를 조금 넣고 어떤 변화가 일어나는가를 본다. 회가루가 없어지는가?

회가루의 조성의 하나인 산화칼시움 CaO와 초산과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

문 제

1. 다음의 말들은 서로 어떻게 다른가?

ㄱ) 초산과 식초 ㄴ) 초산과 빙초산

2. 초산과 아연, 산화아연과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

3. 식초를 보관하거나 식초를 조미료로 쓸 때는 알루미니움으로 만든 그릇을 쓰지 말아야 한다. 왜 그런가?

4. 75% 초산용액 2kg을 가지고 5% 식초를 몇병이나 만들수 있겠는가? (식초 1병에는 500g의 초산용액이 들어있다.)

(**답**. 60병)

제3절. 염 산

대표적인 산의 하나인 염산은 수소와 염소의 화합물인 염화수소기체의 수용액이다. 그래서 염산을 염화수소산이라고도 부르며 화학식은 HCl이다.

? 염화수소의 화학식량(Mr)과 몰질량(M)은 얼마인가?

염화수소는 어떤 물질인가.

실험실에서 염화수소는 소금에 짙은 류산을 넣고 열주어서 만든다.

$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$$

짙은 류산　　류산나트리움

염화수소는 자극성냄새가 나는 색이 없는 기체이며 공기보다 무겁다.

? 공기의 평균몰질량이 29g/mol이라는것을 알고 염화수소가 공기보다 몇배나 무거운가를 계산하여라.

염화수소는 물에 매우 잘 용해된다. 방온도에서 물 1L에 약 450L정도 용해된다. 그러므로 염화수소를 물에 용해시킬 때는 기체유도관끝이 물속에 잠기지 말아야 한다.(그림 1-3)

염화수소가 물에 잘 용해되는 성질을 리용하여 《분수》를 만들수 있다.

염화수소기체를 가득 채운 플라스크에 고무마개를 잘 막아 그림 1-4와 같이 설치한다.

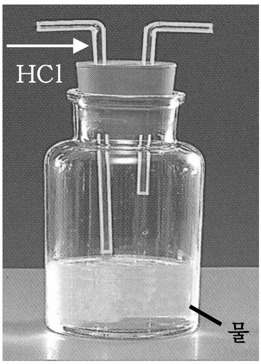
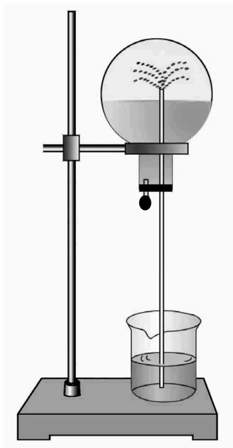


그림 1-3. 물에 염화수소기체의 용해


그림 1-4. 염화수소의 분수

다음 고무마개에 붙어있는 고무공을 눌러 그속에 들어있는 물이 플라스크안에 들어가게 한다.

그러면 물에 염화수소가 급속히 용해되면서 플라스크안의 압력

이 낮아져 밑에 있는 비커의 물이 우로 올라가 솟구치게 된다.

염화수소는 염산과 염화비닐수지를 만드는 원료로 쓴다.

염산은 어떤 산인가.

순수한 염산은 자극성냄새가 나는 무색의 액체이다.

염산은 신맛을 내며 푸른 리트머스지를 붉은색으로 변화시킨다.

그러나 보통 쓰는 염산에는 철분과 같은 혼입물이 들어있으므로 누런색을 띤다.

짙은 염산은 보통 37%정도의 수용액이며 그 밀도는 $1.19 g/cm^3$이다. 짙은 염산이 들어있는 병마개를 열면 흰 안개가 생긴다.

그것은 용해되여있던 염화수소가 휘발되여 나와 공기중의 습기를 만나 작은 염산방울들을 만들기때문이다.

염산도 초산과 같이 전해질이므로 수소이온 H^+를 내면서 해리된다.

$$HCl = H^+ + Cl^-$$

그러므로 염산용액도 초산용액과 매우 비슷한 화학성질을 가진다.



염산과 리트머스지와의 반응

① 시험관에 묽은 염산을 조금 부어넣는다.

② 그 시험관에 푸른 리트머스지를 넣고 그 색이 어떻게 변하는가를 본다.

염산은 많은 금속들과 반응한다.

염산은 아연과 치환반응을 하여 염화아연과 수소기체를 만든다.

나오는 수소기체에 불꽃을 대면 《펑》하는 소리가 난다.

$$2HCl + Zn = ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

또한 염산은 쇠못(철)과 치환반응을 하여 염화철($FeCl_2$)과 수소기체를 만든다.

? 염산과 철과의 치환반응을 화학방정식으로 나타내여라.

그러나 염산은 동과 반응하지 않는다. 그것은 동의 활성이 수소보다 작기때문이다.

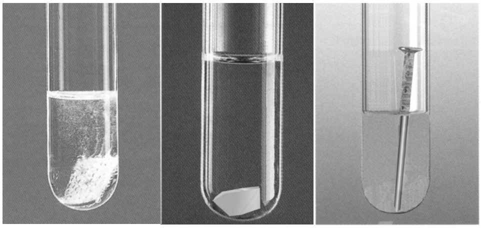


염산과 금속과의 반응

① 3개의 시험관에 묽은 염산을 조금씩 넣는다.

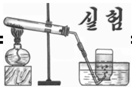
② ㄱ)시험관에는 아연쪼각을, ㄴ)시험관에는 동쪼각을, ㄷ)시험관에는 깨끗한 쇠못을 넣고 어느 시험관에서 기체가 생겨나는가를 본다.

③ 기체가 나오는 시험관아구리에 성냥불을 가져다 대본다. 어떤 현상이 일어나는가?



ㄱ) 아연　ㄴ) 동쪼각　ㄷ) 쇠못

염산은 금속산화물과도 잘 반응한다.



염산과 금속산화물과의 반응

① 시험관에 짙은 염산을 조금 넣는다.

② 그 시험관에 검은 산화동가루를 조금 넣고 흔들어주면서 어떤 변화가 일어나는가를 본다.

③ 다른 시험관에 묽은 염산을 조금 부어넣고 금속산화물인 산화철(녹쓴 쇠못)을 넣는다. 쇠못의 겉면이 어떻게 되는가?

염산은 산화동과 반응하여 염화동과 물을 만든다.

$$2HCl + CuO = CuCl_2 + H_2O$$

염산은 녹쓴 쇠못의 겉면에 있는 금속산화물인 Fe_2O_3과 반응하여 염화철 $FeCl_3$을 만들면서 녹을 씻어낸다. 그러므로 염산은 청강수를 만드는데 쓰인다.

Ⓘ? 산화철 Fe_2O_3과 염산과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

염산은 쓰이는데가 많다.

염산은 기초식품인 간장과 된장을 만드는데와 물엿, 포도당을 만드는데 쓰인다.

또한 염산은 금속의 녹을 없애는데도 쓰이며 깨끗한 묽은 염산은 의약품으로도 쓰인다.(그림 1-5)

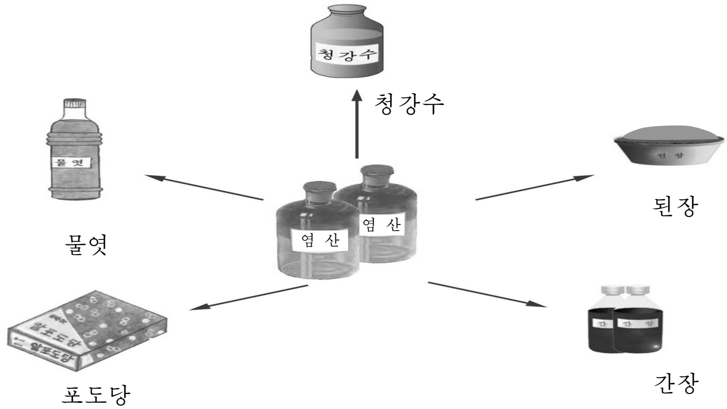


그림 1－5. 염산의 용도

참고 청강수

청강수를 바르고 납땜을 하면 금속들이 잘 들어붙는다.

그것은 청강수가 금속겉면의 녹을 없애버리기때문이다.

청강수는 염산에 아연을 작용시켜 만든다. 이때 염산을 아연과 반응하고도 조금 남을 정도로 넣는다.

그러므로 청강수는 염화아연용액과 염산의 혼합용액이다.

문 제

1. 염화수소와 염산의 같은 점과 다른 점은 무엇인가?

2. 다음의 화학반응들을 화학방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 염산과 마그네시움과의 반응

ㄴ) 염산과 산화칼시움과의 반응

ㄷ) 염산과 산화나트리움과의 반응

3. 방온도에서 염화수소기체 1L의 질량은 1.36g이다. 염화수소포화용액(짙은 염산)의 %농도는 얼마인가? (**답.** 37.9%)

4. 실험실에서 25% 염산을 가지고 15% 염산을 만들려고 한다. 25% 염산과 물을 어떤 질량비로 섞어야 하는가? (**답.** 질량비 3:2)

5. 초산과 염산의 조성과 화학성질에서 비슷한 점은 무엇인가?

제4절. 산의 일반성질과 분류

산의 일반성질

초산과 염산의 성질에서 같은 점이 무엇인가를 보자.

① 신맛을 가지며 푸른 리트머스지를 붉은색으로 변화시킨다.

② 금속과 치환반응을 하여 수소기체를 내보낸다.

Ⓟ 금속과 염산, 금속과 초산과의 반응을 화학방정식으로 써보아라.

③ 금속산화물과 반응하며 이때 물이 생긴다.

Ⓟ 금속산화물과 염산, 금속산화물과 초산과의 반응을 화학방정식으로 써보아라.

산들이 가지고있는 이런 일반성질을 산성이라고 부른다.

산들이 모두 산성을 가지는 까닭은 무엇인가.

그것은 산들이 모두 전해질이며 수용액에서 해리하여 양이온으로 수소이온 H^+만을 내놓기때문이다.

$$HCH_3COO \rightleftarrows H^+ + CH_3COO^-$$

$$HCl = H^+ + Cl^-$$

수용액에서 해리하여 양이온으로는 오직 수소이온 H^+만을 내놓는 화합물을 산이라고 부른다.

산의 조성을 보면 수소원소와 산기로 이루어져있다.

산의 화학식에서 수소원소를 제외한 나머지를 산기라고 부른다.

초산···	H	CH_3COO
염산···	H	Cl
		산기

산이 해리할 때 산기는 언제나 음이온으로 해리된다.

산기에는 Cl^-과 같이 한원자이온으로 된것도 있고 CH_3COO^-와 같이 여러원자이온(원자단)으로 된것도 있다.

ⓘ 초산 HCH_3COO와 초산마그네시움 $Mg(CH_3COO)_2$의 조성에서 같은 점은 무엇인가?

산의 분류

① 산을 이루고있는 원소조성에 산소원소가 있는가 없는가에 따라 옥소산(산소산)과 수소산(무산소산)으로 나눈다.

초산 CH_3COOH와 같이 분자안에 산소원소가 있는 산을 옥소산(산소산)이라고 부른다.

그리고 염산 HCl과 같이 분자안에 산소원소가 없는 산을 수소산(무산소산)이라고 부른다.

② 산이온의 이온가(혹은 산의 수소이온의 수)에 따라 1가산, 2가산, 3가산으로 나눈다.

초산과 염산은 1가산이며 류산(H_2SO_4)은 2가산이다.

ⓘ 린산 H_3PO_4은 어떻게 해리되는가? 몇가산인가?

참 고 — 옥소산과 수소산

산소산을 옥소산이라고도 부르며 무산소산을 수소산이라고도 부른다.

옥소산에는 류산 H_2SO_4, 질산 HNO_3, 탄산 H_2CO_3, 린산 H_3PO_4, 초산 HCH_3COO 등이 있다.

수소산에는 염산 HCl, 류화수소산 H_2S, 브롬화수소산 HBr, 요드화수소산 HI 등이 있다.

산의 화학식쓰기와 이름부르기

양이온으로 해리되는 수소원자는 언제나 산기앞에 쓰며 그 수소원자의 개수(밑수)는 산기이온의 이온가와 같다.

① 옥소산(산소산)의 이름은 산을 이루고있는 중심원소(수소와 산소를 제외한 원소)의 이름 첫자뒤에 《산》을 붙여 부른다.

례: H_2SO_4 … 류(황) + 산 → 류산

HNO_3 … 질(소) + 산 → 질산

② 수소산(무산소산)의 이름은 산을 이루는 중심원소(수소를

제외한 원소)의 이름 첫자뒤에 《화수소산》을 붙여 부른다.

례: HCl … 염(소) + 화수소산 → 염화수소산(염산)

H_2S … 류(황) + 화수소산 → 류화수소산

전해질의 화학식세우기

전해질인 산, 염기, 염의 화학식은 원소들의 산화수보다 이온들의 이온가에 기초하여 세우는것이 더 간편하다.

산, 염기, 염은 모두 수용액에서 양이온과 음이온으로 해리된다.

해리되여 생긴 양이온들의 이온가합과 음이온들의 이온가합이 언제나 같다. 이것에 기초하여 전해질들의 화학식을 세운다.

화학식을 세우는데서 중요한것은 밑수를 구하는것이다.

양이온의 이온가 × 밑수 = 음이온의 이온가 × 밑수

결국 양이온의 이온가는 음이온의 밑수로 되고 음이온의 이온가는 양이온의 밑수로 된다.

례를 들어 H^+와 SO_4^{2-}로 이루어진 류산의 화학식을 세우는 경우라면 H^+의 밑수는 2이고 SO_4^{2-}의 밑수는 1이다. 따라서 류산의 화학식은 H_2SO_4이다.

만일 두 이온의 이온가의 수자가 같을 때에는 그저 밑수가 1:1로 된다.

례를 들어 Mg^{2+}와 SO_4^{2-}로 이루어진 류산마그네시움의 화학식은 그저 $MgSO_4$으로 쓰면 된다.

주의

전해질에서 양이온과 음이온의 이온가합이 서로 같다는것은 산화수의 합이 같다는것이 아니라 양전기와 음전기를 띤 량이 같다는것을 의미한다.

문 제

1. □안에 알맞는 글을 써넣어라.

ㄱ) 염산을 비롯한 모든 □은 다 □을 가지며 □를 □으로 변화시키며 □과 □을 하여 수소기체를 내보내며 □과도 반응하여 물을 만든다.

ㄴ) 산은 □에 따라 분류하기도 하고 □에 따라 분류하기도 한다.

2. 아래의 산들을 분류하는 표를 만들어보아라.

HCH_3COO, HCl, H_2SO_4, H_2S, HNO_3, H_3BO_3, HBr, H_2CO_3, H_3PO_4

3. 초산과 염산의 금속나트리움, 산화나트리움과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

4. 병에 들어있는 용액이 산이라는것을 어떻게 알아볼수 있는가?

5. 산의 일반성질은 어느 이온에 의하여 나타나는가?

탄산수소나트리움 $NaHCO_3$은 Na^+와 H^+, CO_3^{2-} 이온으로 해리된다. 산인가 아닌가를 설명하여라.

제5절. 류 산

류산의 성질

류산 H_2SO_4은 2가산이며 옥소산이다.

류산은 센전해질이다.

수용액에서 다음과 같이 해리한다.

$$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$$

? 류산 H_2SO_4의 화학식량과 몰질량이 각각 얼마인가?

순수한 류산은 색이 없고 끈기가 있는 무색의 액체이다.

10.4℃에서 얼음모양의 결정으로 된다.

짙은 류산용액의 농도는 대략 98%정도이며 밀도는 1.84g/cm^{3}이다.

? 류산 H_2SO_4의 화학식량(Mr)과 몰질량(M)이 각각 얼마인가?

짙은 류산용액은 물기(H_2O)를 세게 빨아들여 결합하는 성질이 있다. 이 성질을 리용하여 실험실에서 물질을 건조시키는데 쓴다.



짙은 류산의 용해

① 시험관에 물을 조금 넣는다.

② 다음 그 시험관에 짙은 류산을 방울방울 떨구어넣는다.

시험관을 흔들고 시험관밑을 손으로 잡아본다.

어떤 현상이 일어나는가?

질은 류산은 물에 용해될 때 많은 열을 낸다.(1mol의 H_2SO_4에 대하여 84kJ)

주의

질은 류산용액에 물을 부어넣지 말아야 한다.

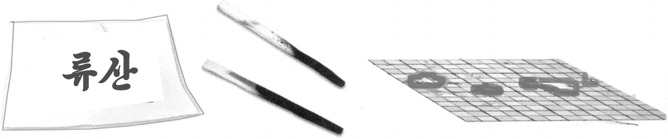
질은 류산용액에 물을 부어넣으면 물이 가볍기때문에 류산우에 뜨며 또 질은 류산이 물에 용해될 때 급속히 나오는 많은 열에 의하여 물이 끓으면서 류산방울이 튀여나오거나 유리그릇이 깨질수 있다.

그러므로 질은 류산용액을 묽게 할 때에는 반드시 필요한 량의 물에다 질은 류산용액을 천천히 방울방울 떨구어넣으면서 계속 저어주어야 한다.



질은 류산용액에 의한 탄화

① 질은 류산용액을 묻힌 유리막대기로 종이우에 글을 쓴다.(ㄱ)
② 나무막대기에 질은 류산용액을 묻힌다.(ㄴ)
③ 면천우에 질은 류산용액을 몇방울 떨군다.(ㄷ)
얼마동안 놓아두었다가 나타난 현상을 관찰한다.



ㄱ) ㄴ) ㄷ)

질은 류산용액은 유기물질(종이나 나무, 면천)과 반응하여 거기서 수소와 산소를 H_2O와 같은 비률(H:O=2:1)로 빨아내고 검은 탄소 C만을 남긴다. 이것을 질은 류산용액에 의한 유기물질의 탄화라고 부른다.

주의

질은 류산용액을 다룰 때에는 그것이 교과서나 학습장 그리고 피부나 옷에 묻지 않도록 주의해야 한다.

만일 피부나 옷에 묻으면 곧 물로 씻고 다음에 중조용액으로 씻어낸 다음 다시 물로 씻어야 한다.

묽은 류산용액은 산의 일반성질(산성)을 다 가진다.

? 묽은 류산용액과 금속아연과의 반응, 묽은 류산용액과 산화아연과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

묽은 류산은 활성이 작은 동과는 반응하지 않는다.

질은 류산과 금속과의 반응은 묽은 류산과 같지 않다.

질은 류산은 마그네시움이나 아연과는 물론 동과도 반응한다. 동과 반응하면 수소기체가 아니라 이산화류황기체가 생긴다.

$$Cu + 2H_2SO_{4(\text{질은})} = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$$

질은 류산과 동과의 반응은 실험실에서 이산화류황을 만드는데 쓰인다.

류산의 용도

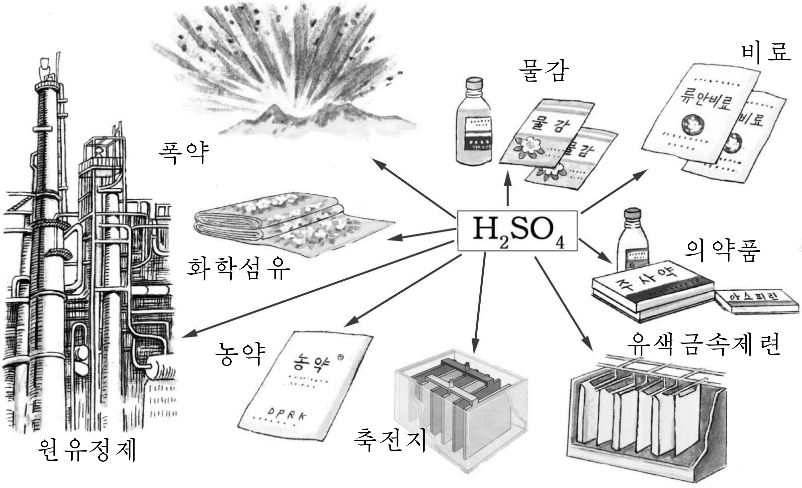


그림 1-6. 류산의 용도

문 제

1. 묽은 류산용액과 다음 물질들과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 철 ㄴ) 산화철(Ⅲ) ㄷ) 산화동(Ⅱ)

2. 묽은 류산용액으로 종이우에 글을 쓰고 말리운 다음 불에 쪼이면 새까만 글자가 나타난다.

ㄱ) 우의 과정에서 물리변화는 무엇인가?

ㄴ) 글자가 나타나는 원인은 무엇인가?

ㄷ) 글자가 나타나는것이 물리변화인가 화학변화인가?

3. 짙은 류산이 물에 용해될 때 많은 열이 생기는 원인은 무엇인가?

4. 10% 류산용액 100g을 만들자면 물 몇g에 98% 류산(ρ=1.84g/cm^3)을 몇mL나 용해시키면 되겠는가? (**답.** 물 89.9g, 류산 5.5mL)

5. 다음 문장에서 옳고그른것을 가르고 틀린것을 고쳐라.

ㄱ) 묽은 류산용액은 모든 금속과 치환반응을 한다.

ㄴ) 묽은 류산용액은 동과 반응하여 SO_2기체를 내보낸다.

ㄷ) 짙은 류산을 물에 용해시키면 열을 흡수하므로 용액의 온도가 내려간다.

ㄹ) 짙은 류산용액을 나무막대기에 묻히면 나무막대기가 거멓게 된다.

ㅁ) 짙은 류산용액이 들어있는 비커에 물을 넣어 묽게 한다.

ㅂ) 짙은 류산용액은 물기를 세게 빨기때문에 동과도 반응한다.

6. 짙은 류산용액이 건조제로 쓰이는 리유가 정확한것은 ( )이다.

ㄱ) 물을 떼내는 성질(탈수성)

ㄴ) 물을 빨아내는 성질(흡수성)

ㄷ) 센 산성

ㄹ) 용해될 때 많은 열이 나는것

제6절. 질 산

질산의 성질

질산 HNO_3은 1가산이며 옥소산이다.

질산은 센전해질이므로 수용액에서 해리된다.

$$HNO_3 = H^+ + NO_3^-$$

(?) 질산 HNO_3의 화학식량과 몰질량은 각각 얼마인가?

질산은 심한 자극성냄새를 내는 색이 없는 액체이다.

짙은 질산용액의 농도는 65%정도이고 밀도는 1.4g/cm^{3}이다.

질산용액은 안정하지 못하여 빛이나 열을 받으면 쉽게 분해되는 성질이 있다.

> **주의**
>
> 질산용액은 반드시 밤색유리병에 넣고 갈아맞춘 유리마개로 막은 다음 서늘한 곳에 보관해야 한다.

$$4HNO_3 \overset{\text{빛(열)}}{=} 2H_2O + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

짙은 질산이 보통 누런색을 띠는것은 붉은밤색을 띠는 이산화질소 NO_2이 용해되여있기때문이다.

짙은 질산병의 마개를 열면 흰 안개가 나온다.

그것은 질산병에서 나온 기체상태의 이산화질소가 공기중의 습기와 만나 작은 질산방울들을 많이 만들기때문이다.

질산은 산의 일반성질을 가진다.

그러나 금속과의 반응에서는 수소기체가 아니라 다른 기체생성물(주로 NO_2, NO)이 생긴다.

$$4HNO_{3(\text{짙은})} + Cu = Cu(NO_3)_2 + \underset{\text{밤색}}{2NO_2}\uparrow + 2H_2O$$

$$8HNO_{3(\text{묽은})} + 3Cu = 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO\uparrow$$

$$4HNO_{3(\text{묽은})} + Fe = Fe(NO_3)_3 + 2H_2O + 2NO\uparrow$$

질산은 유기물질을 심히 파괴하는 작용을 한다.

주의

질산이 피부나 천에 묻으면 노랗게 되면서 못쓰게 된다.
질산은 단백질을 파괴하여 노란색물질로 변화시킨다.
이 반응을 단백질검출에 쓴다.

질산의 용도

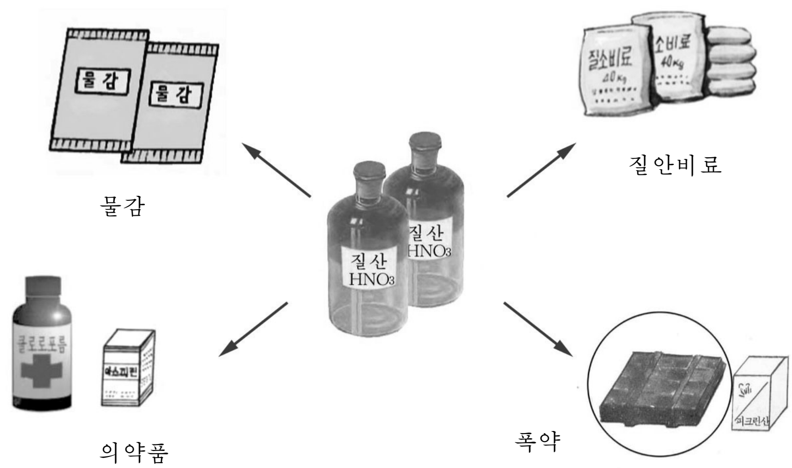


그림 1-7. 질산의 용도

문 제

1. 질산의 성질에서 다른 산들과 다른 점은 무엇인가?
2. 질산의 성질에 대한 문장에서 틀린것을 바로 고쳐라.
   ㄱ) 질산은 색이 없고 냄새가 없는 고체이다.

ㄴ) 질산이 빛이나 열을 받으면 증발되여 수증기가 생긴다.

ㄷ) 질산은 동과 반응하며 이때 수소기체를 낸다.

ㄹ) 질은 질산은 동과 반응하여 NO기체를 낸다.

3. 40% 질산용액을 만들자면 25% 질산용액 700g에 63% 질산용액을 몇g이나 섞으면 되겠는가? (**답.** 456.5g)

4. 밀도가 1.31g/cm^{3}인 49% 질산용액 1L를 500g의 물에 용해시켰다면 얻어진 용액의 %농도는 얼마인가? (**답.** 35.46%)

제7절. 몰농도

기본화학량인 물질량(n)은 용액의 농도를 나타내는데도 쓰인다.

몰농도는 용액에 들어있는 용질의 량을 물질량(n)으로 나타낸 농도이다.

용액 1L에 용질이 몇mol이나 들어있는가로 나타낸 농도를 용액의 몰농도라고 부른다.

몰농도는 기호 c로 표시하며 그 단위는 mol/L이다.

몰농도를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$c = \frac{n}{V}$$

c: 몰농도

n: 용질의 물질량

V: 용액의 체적

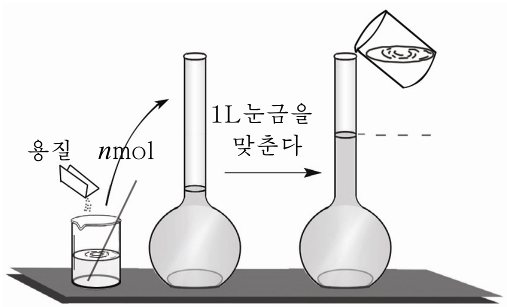


그림 1-8. $n$mol/L용액의 의미

식에서 보는바와 같이 용액의 몰농도는 단위체적의 용액에 들어있는 용질의 물질량이다.

만일 용액 1L에 용질이 1mol 들어있으면 1mol/L용액이고 용질이 $n$mol 들어있으면 $n$mol/L용액이다. (그림 1-8)

[례제] 류산용액 2L에 H_2SO_4이 49g 용해되여있다면 몇mol/L

용액인가?

풀이: 조건. V=2L, m=49g

물음. c =?

계산. ① 용질인 H_2SO_4 49g의 물질량

$$n=\frac{m}{M}=\frac{49\text{g}}{98\text{g/mol}}=0.5\text{mol}$$

② 용액의 몰농도

$$c=\frac{n}{V}=\frac{0.5\text{mol}}{2\text{L}}=0.25\text{mol/L}$$

답. 0.25mol/L

용액의 농도를 몰농도 c로 나타내는것이 왜 좋은가.

한마디로 몰농도 c는 용질의 알갱이수와 관련되여있어서 좋다.

어떤 용액이든지 몰농도가 같은 용액을 같은 체적만큼 만들어 놓으면 그속에 들어있는 용질알갱이수가 같다.

례를 들어 1mol/L 초산용액 1L속에 들어있는 초산분자의 수와 1mol/L 사탕용액 1L속에 들어있는 사탕분자의 수는 다 6.02×10^{23}개씩이다.

왜냐하면 1mol/L용액이라는것은 용액 1L에 용질이 1mol 들어있는 용액이며 1mol은 알갱이 6.02×10^{23}개의 모임이기때문이다.

그러므로 용액의 몰농도는 알갱이들사이에 일어나는 화학반응을 고찰하는데서 매우 편리하며 따라서 중요하게 쓰인다.

문 제

1. 용액의 %농도와 몰농도는 어떻게 다른가?

2. 수산화나트리움(NaOH) 4g을 물에 용해시켜 용액 2L를 만들었다. 이 용액의 몰농도는 얼마인가? (**답.** 0.05mol/L)

3. 0.1mol/L 류산용액 500mL에는 용질(H_2SO_4)이 몇g이나 용해되여있는가? (**답.** 4.9g)

4. 초산용액 500mL속에 초산(CH_3COOH)이 6g 용해되여있다면 이 용액의 몰농도는 얼마인가? (**답.** 0.2mol/L)

5. 0.3mol/L 용액을 만들자면 0.1mol/L 용액 500mL에 2mol/L 용액을 몇mL 섞어야 하는가? (**답.** 59mL)

장종합

- **산**
  - 산의 개념
    - 조성으로 보면: 수소원소와 산기로 이루어진 화합물
    - 전해질해리로 보면: 수용액에서 해리하여 양이온으로는 오직 H^+만을 내는 화합물
    - 성질을 보면: 신맛이 있고 푸른 리트머스지를 붉은색으로 변화시키는 화합물
  - 산의 일반성질 (산성)
    - 신맛을 가지며 푸른 리트머스지를 붉은색으로 변화
    - 활성이 큰 금속과 치환반응
    - 금속산화물과 반응
  - 산의 분류
    - 조성에 따라
      - 옥소산(산소산)-산소가 있는것
      - 수소산(무산소산)-산소가 없는것
    - 산기의 이온가에 따라 1가산, 2가산, 3가산
  - 산의 화학식세우기
    - 중심원소의 +산화수크기에 기초
    - 수소이온과 산기의 이온가에 기초
  - 산의 이름
    - 옥소산의 이름=중심원소의 이름 첫자+《산》
    - 수소산의 이름=중심원소의 이름 첫자+《화수소산》

복습문제

1. 사탕물, 소금물, 식초, 포도당용액이 있다.

ㄱ) 전해질용액과 비전해질용액을 가르고 그 근거를 설명하여라.

ㄴ) 매개 용액에 들어있는 용질알갱이들은 무엇인가?

2. 짙은 초산용액, 짙은 염산용액, 짙은 류산용액, 짙은 질산용액이 들어있는 4개의 병의 마개를 모두 열어놓으면 산의 농도가 작아져 다 묽어진다. 그 원인이 같은가? 매개 산이 묽어지는 원인을 설명하여라.

3. 이름표가 없는 4개의 병에 초산, 염산, 류산, 질산의 짙은 용액이 각각 들어있다. 어떤 방법으로 가려낼수 있는가를 설명하여라.

4. 다음 물질들사이의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 초산과 산화아연

ㄴ) 염산과 알루미니움

ㄷ) 류산과 산화알루미니움

ㄹ) 질산과 산화바리움

5. 다음 말들의 뜻을 례를 들어 설명하여라.

산, 산기, 원자단, 산성, 옥소산, 수소산

6. 아래의 문장들가운데서 옳은것에는 ○, 틀린것에는 ×표식을 하고 그 근거를 말하여라.

ㄱ) 산은 조성에 수소원소와 산소원소가 들어있는 화합물이다.

ㄴ) 산은 조성에 수소원소와 산기가 들어있는 화합물이다.

ㄷ) 산은 수용액에서 해리되여 음이온으로 산이온을 내놓는 화합물이다.

ㄹ) 산은 수용액에서 해리되여 양이온으로 수소이온만을 내놓는 화합물이다.

ㅁ) 산은 수용액에서 해리되여 양이온으로 수소이온과 나트리움이온을 내놓는 화합물이다.

ㅂ) 산은 신맛을 내는 화합물이다.

ㅅ) 산은 신맛을 가지며 푸른 리트머스지를 붉은색으로 변화시키는 화합물이다.

7. 동가루와 산화동가루의 혼합물에서 동가루만을 갈라내자면 어떻게 하면 되겠는가를 설명하여라.

8. 8% 류산용액(ρ=1.06g/cm^3)을 만들려고 한다. 50% 류산용액(ρ=1.4g/cm^3) 1L를 몇L의 체적으로 되게 해야 하는가?

(**답.** 8.2L)

9. 98% 류산용액(ρ=1.84g/cm^3)과 40% 류산용액(ρ=1.31g/cm^3)을 가지고 60% 류산용액(ρ=1.51g/cm^3) 1L를 만들려고 한다. 두 용액을 몇mL씩 섞으면 되겠는가? (**답.** 299mL, 701mL)

10. 밀도가 1.34g/cm^{3}인 54% 질산용액 1 000mL에 물을 250mL 부어넣었다. 얻어진 용액의 %농도는 얼마인가? (**답.** 45.5%)

11. 방온도에서 염화수소기체 1L의 질량은 1.36g이다. 염산용액 2L에 염화수소기체가 50L 용해되였다면 염산의 몰농도는 얼마인가? (**답.** 0.93mol/L)

12. 다음의 류산과 질산이 완전히 해리되였을 때 생긴 이온은 총 몇mol이며 이온의 개수는 총 몇개인가?

ㄱ) 류산 0.3mol이 해리되였을 때

ㄴ) 질산 0.6mol이 해리되였을 때

(**답.** ㄱ) 0.9mol, 5.418×10^{23}개 ㄴ) 1.2mol, 7.224×10^{23}개)

13. 활성이 큰 어떤 금속 M 9g과 10% 염산용액(ρ=1.05g/cm^3)이 반응하여 염화물 MCl_3이 생겼다. 이때 어떤 기체가 표준조건에서의 체적으로 11.2L 얻어졌다.

ㄱ) 얻어진 기체는 무엇인가?

ㄴ) 금속은 무엇인가?

ㄷ) 반응에 쓰인 염산용액의 몰농도는 얼마인가?

ㄹ) 반응에 쓰인 염산용액의 체적은 몇mL인가?

(**답.** H_2, Al, 2.877mol/L, 347.6mL)

제2장. 염 기

산과 마찬가지로 염기도 무기화합물의 한 종류이며 전해질이다.

염기에는 흔히 사람들이 양재물이라고 부르는 수산화나트리움(가성소다)과 수산화칼시움(소석회) 그리고 수산화바리움, 수산화칼리움 등 여러가지가 있다.

제1절. 수산화나트리움(가성소다)

수산화나트리움의 성질

수산화나트리움은 나트리움과 산소, 수소로 이루어졌으며 그 화학식은 NaOH이다.

? 수산화나트리움의 화학식량과 몰질량은 얼마인가?

가성소다용액은 비누처럼 미끈거린다. 깨끗한 수산화나트리움은 색이 없는 맑은 결정이며 공기중의 습기를 잘 빨아들인다.

수산화나트리움을 공기중에 놓아두면 습기를 빨아들여 점차 겉면이 눅눅해지면서 용해된다.

이렇게 고체물질이 공기중의 습기를 빨아들여 저절로 용해되는 현상을 조해라고 부른다.

수산화나트리움은 물에 잘 용해된다. 물에 용해될 때 많은 열을 낸다.

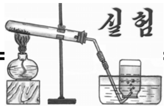
? 가성소다가 물에 용해될 때 열이 나는 까닭은 무엇인가?

수산화나트리움은 어떤 화학성질을 가지고있는가.

수산화나트리움은 붉은 리트머스지를 푸른색으로 변화시키고 페놀프탈레인용액을 분홍색으로 변화시킨다.

수산화나트리움은 많은 다른 물질을 손상시킨다.

수산화나트리움은 다른 물질을 못쓰게 하는 가혹한 성질이 있기때문에 《가성》(가혹한 성질이라는 뜻)이라는 말과 《소다》(나트리움이라는 뜻)라는 말을 붙여서 가성소다라고도 부른다.



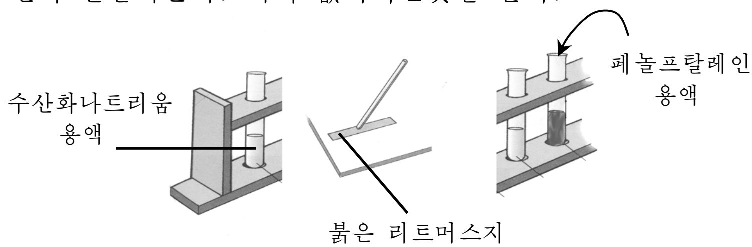
수산화나트리움과 알림약 및 산과의 반응

① 수산화나트리움쪼각을 물이 들어있는 시험관에 넣고 용해시킨 다음 두개의 시험관에 나눈다.

② 첫번째 시험관의 수산화나트리움용액에는 붉은 리트머스지를 넣고 색변화를 본다.

③ 두번째 시험관의 수산화나트리움용액에는 페놀프탈레인용액을 몇방울 떨구어넣고 색변화를 본다.

④ 다시 두번째 시험관에 염산용액을 방울방울 떨구어넣으면서 흔들어준다. 색이 없어지는것을 본다.



수산화나트리움은 염산과 반응하여 염화나트리움과 물을 만든다.

$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$$

반응결과 수산화나트리움이 없어지므로 페놀프탈레인에 의하여 나타났던 분홍색도 없어졌다.

주의

가성소다는 피부와 옷을 못쓰게 하므로 다룰 때 주의해야 한다.

가성소다용액이 피부에 묻으면 인차 물로 씻고 그 자리에 식초를 발라야 한다.

수산화나트리움은 이산화탄소와도 잘 반응한다.

사람이 내보내는 입김에는 이산화탄소 CO_2이 들어있다.

수산화나트리움은 입김속에 들어있는 이산화탄소와 반응하여 탄산나트리움과 물을 만든다.

이산화탄소를 계속 불어넣으면 탄산수소나트리움이 생긴다.

$$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$$

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2NaHCO_3$$

수산화나트리움을 공기속에 놓아두면 공기속의 이산화탄소와도 잘 반응한다.

Ⓟ 가성소다를 넣어둔 병아구리둘레에는 흰 고체물질이 저절로 생겨난다. 무슨 물질이겠는가?

수산화나트리움의 화학성질은 그것이 해리하여 생긴 수산이온(OH^-)에 의한것이다.

$$NaOH = Na^+ + OH^-$$

수산화나트리움만들기

공장에서는 소금수용액을 전기분해하여 가성소다를 만든다.

실험실에서와 지방산업공장에서는 소석회에 탄산나트리움을 작용시켜 만들수 있다.

$$\underset{\text{소석회}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{탄산나트리움}}{Na_2CO_3} = 2NaOH + CaCO_3$$

수산화나트리움의 용도

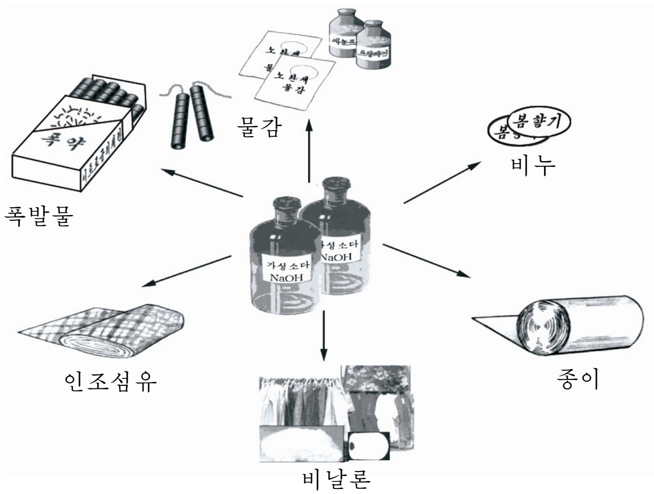


그림 2－1. 수산화나트리움의 용도

문 제

1. 가성소다가 공기중에서 조해되는것과 이산화탄소와 반응하는것을 막자면 어떻게 보관해야 하겠는가?

2. 수산화나트리움과 초산, 류산과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

3. 수산화나트리움과 이산화류황과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

4. 25% 가성소다용액 150g에 36% 가성소다용액 350g을 섞었다. 얻어진 용액의 %농도는 얼마이겠는가? (**답**. 32.7%)

5. 밀도가 1.2g/cm^3인 20% 가성소다용액 2L를 만들기 위해서는 가성소다와 물이 얼마씩 있어야 하는가? (**답**. 480g, 1 920g)

6. 0.1mol/L 가성소다용액 500mL를 만들려고 한다. NaOH 몇g이 필요한가? 만드는 방법을 설명하여라. (**답**. 2g)

7. 가성소다를 넣은 병은 유리마개가 아니라 고무마개로 막아야 하는데 그 리유는 (　　)이다.

ㄱ) 고무마개가 퇸성이 있어 쉽게 열수 있기때문이다.

ㄴ) 병아구리가 깨지지 않기때문이다.

ㄷ) 고무마개가 가성소다와 반응하지 않기때문이다.

ㄹ) 가성소다가 공기속의 탄산가스와 반응하여 생긴 탄산수소나트리움이 가성소다를 넣은 병아구리와 마개가 꽉 들어붙어 열기 힘들기때문이다.

제2절. 수산화칼시움(소석회)

수산화칼시움의 성질

수산화칼시움은 칼시움과 산소, 수소로 이루어졌으며 화학식은 $Ca(OH)_2$이다.

ⓘ 수산화칼시움의 화학식량과 몰질량은 얼마씩인가?

수산화칼시움은 흰 가루상태의 물질이며 물에는 적게 용해된다.

수산화칼시움이 물에 용해될 때에도 열이 나며 미끈거리는 손맛을 가진다.

수산화칼시움의 맑은 포화수용액을 석회수라고 부른다.



수산화칼시움과 알림약 및 산과의 반응

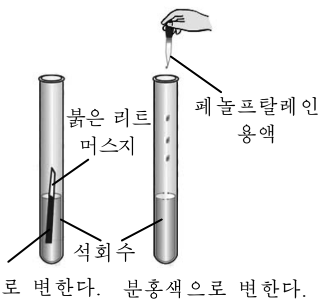
① 미리 만들어두었던 수산화칼시움의 포화용액(석회수)을 두 시험관에 조금씩 넣는다.

② 첫번째 시험관을 기울이면서 손가락에 묻혀 두손가락을 비비면서 손맛을 알아본다.

③ 첫번째 시험관에 붉은 리트머스지를 넣고 색변화를 본다.

④ 두번째 시험관에는 페놀프탈레인을 방울방울 떨구어넣어 색변화를 본다.

⑤ 두번째 시험관에 염산용액을 넣고 흔든다. 색이 없어지는가를 본다.



석회수는 붉은 리트머스지를 푸른색으로, 페놀프탈레인용액을 분홍색으로 변화시킨다.

수산화칼시움은 염산과 반응하여 염화칼시움과 물을 만든다.

$$Ca(OH)_2 + 2HCl = \underset{\text{염화칼시움}}{CaCl_2} + H_2O$$

반응결과 수산화칼시움이 없어졌으므로 페놀프탈레인용액의 분

홍색도 없어졌다. 다시말하면 수산화칼시움이 해리되여 생겼던 수산이온(OH^-)이 없어졌으므로 페놀프탈레인용액의 색이 없어졌다.

$$Ca(OH)_2 = Ca^{2+} + 2OH^-$$

수산화칼시움은 이산화탄소와도 잘 반응한다.



수산화칼시움과 이산화탄소와의 반응

시험관에 석회수를 조금 넣고 거기에 긴 유리관을 잠근 다음 천천히 입김을 불어넣는다.

흰 침전물이 생기는것을 본다. 어떤 물질이 생겼는가?

수산화칼시움은 이산화탄소와 반응하여 흰 침전물인 탄산칼시움과 물을 만든다.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = \underset{\text{탄산칼시움(흰색)}}{CaCO_3}\downarrow + H_2O$$

이 반응은 이산화탄소를 알아보는데 쓰인다.

ⓘ 석회수를 공기중에 오래 놓아두면 웃면에 흰 침전물이 생겨난다. 왜 그런가?

ⓘ 회칠한 벽은 시간이 지남에 따라 점점 더 희여진다. 그 까닭은 무엇인가?

소석회만들기

공장에서는 석회석을 열분해하여 생석회(CaO)를 만들고 거기에 물을 작용시켜 소석회를 만든다.

$$\underset{\text{석회석}}{CaCO_3} = \underset{\text{생석회}}{CaO} + CO_2$$

$$CaO + H_2O = \underset{\text{소석회}}{Ca(OH)_2}$$

우리 나라에는 석회석이 여러곳에 널리 매장되여있으므로 가는 곳마다에 소석회를 만드는 공장들이 있다.

수산화칼시움의 용도

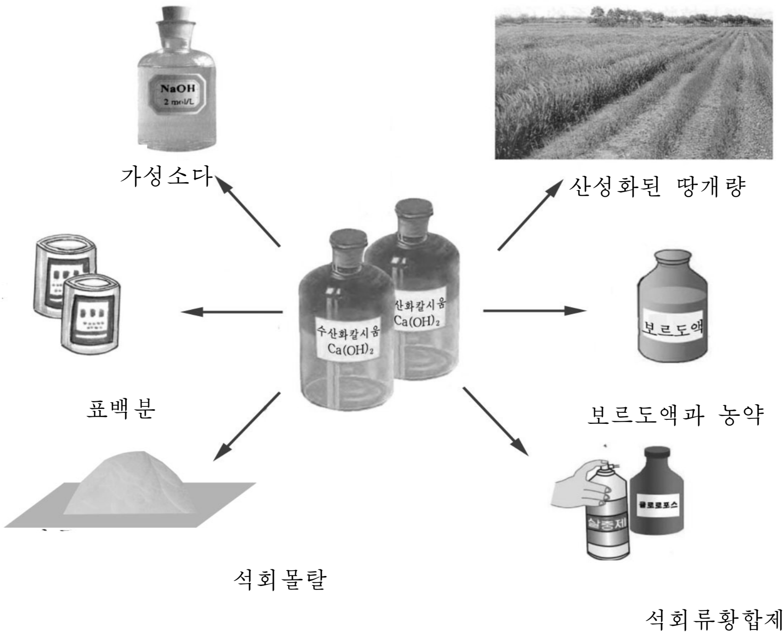


그림 2－2. 수산화칼시움의 용도

참 고 석회유와 석회수

수산화칼시움(소석회)을 물에 넣고 휘저으면 우유처럼 뿌옇게 흐린 액체가 얻어진다. 액체가 소젖처럼 뿌옇다는 의미에서 **석회유**라고 부른다.

회가루물은 석회유이다.

그리고 석회유를 오래동안 가만히 놓아두면 용해되지 않은 수산화칼시움알갱이들이 가라앉고 우에는 맑은 용액이 얻어진다.

이 용액은 물처럼 맑다는 의미에서 석회수라고 부른다.

석회수는 결국 수산화칼시움의 포화용액이다.

그러나 이 용액의 농도는 작다.

해보기 집에서 하는 실험

① 회가루를 물에 풀어서 가만히 놓아둔다.

② 우의 맑은 용액(석회수)을 갈라낸다.

③ 석회수에 손가락끝을 잠그고 손맛을 본다.

④ 석회수에 긴 유리관(혹은 긴 수지관)을 잠그고 천천히 입김을 불어넣는다. 흰 침전물이 생기는가를 본다.

참 고 회물에 소금을 조금 섞으면 좋다

회물에 소금을 조금 섞어서 회칠을 하면 벽이 더 하얗게 되고 또 비물에 잘 씻겨내리지 않아서 좋다.

회가루가 벽에 든든히 말라붙어서 손이나 옷에 잘 묻어나지도 않는다.

회물을 벽에 칠해놓으면 수산화칼시움이 공기중에 있는 이산화탄소와 반응하여 탄산칼시움으로 변한다.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

생긴 탄산칼시움 $CaCO_3$은 물에 용해되지 않은 흰색의 물질이다.

소금을 조금 섞으면 우의 반응이 더 잘 일어나게 된다.

소금에는 $MgCl_2$이 들어있으므로 물기를 오래 빨아들이는 성질이 있어서 소금을 섞은 회물을 벽에 칠해놓으면 인차 마르지 않고 서서히 마르게 되며 그사이에 수산화칼시움과 이산화탄소사이의 반응이 충분히 진행되게 된다.

문 제

1. 소석회와 생석회, 석회석은 어떻게 다른 물질인가?

2. 다음 물질들사이의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 수산화칼시움과 류산

ㄴ) 수산화칼시움과 이산화류항

3. 아래의 물질들가운데서 수산화칼시움과 반응할수 있는것을 찾아 화학방정식으로 나타내여라.

나트리움, 산화나트리움, 염화나트리움, 탄산

4. 방온도에서 $Ca(OH)_2$의 용해도는 0.165g/(100g·물)이다. 이 온도에서 만든 수산화칼시움포화용액의 %농도는 얼마인가?

(**답**. 0.165%)

5. 수산화칼시움의 용해도는 다른 고체물질들과는 달리 온도가 높아짐에 따라 점점 작아진다.

0℃에서의 용해도는 0.185g/(100g·물)이고 40℃에서의 용해도는 0.141g/(100g·물)이다.

0℃에서의 포화용액 300g에 열을 주어 그 온도를 40℃로 높이면 몇g의 침전물이 생기겠는가? (**답**. 0.132g)

6. 수소기체 1g과 질소기체 2g, 이산화탄소 3g을 섞은 혼합기체를 석회수에 서서히 통과시켰다. 통과시켜 나온 기체의 질량은 얼마이겠는가? 아래의 답가운데서 맞는것을 찾고 그 근거를 설명하여라.

ㄱ) 6g ㄴ) 4g ㄷ) 3g ㄹ) 5g (**답**. ㄷ)

제3절. 염기의 일반성질과 분류

수산화나트리움 NaOH와 수산화칼시움 $Ca(OH)_2$은 조성과 화학성질이 비슷하다.

염기의 조성

염기인 NaOH와 $Ca(OH)_2$은 모두 금속원소와 원자단인 OH로 이루어졌다. 원자단 OH를 수산기라고 부른다.

금속원소	수산기
Na	OH
Ca	$(OH)_2$

염기는 금속원소와 수산기로 이루어진 화합물이다.

염기는 전해질이므로 수용액에서 금속이온과 수산이온으로 해리된다.

$$NaOH = Na^{+} + OH^{-}$$

$$Ca(OH)_2 = Ca^{2+} + 2OH^{-}$$

이렇게 두 물질의 수용액속에는 다같이 음이온으로 수산이온 OH^{-}이 들어있다.

수용액에서 해리하여 음이온으로서 수산이온 OH^{-}만을 내놓는 화합물을 염기라고 부른다.

염기의 일반성질

$NaOH$와 $Ca(OH)_2$의 화학성질을 비교하여보자.

화학성질에서 같은 점이 무엇인가.

① 그것들의 수용액은 붉은 리트머스지를 푸른색으로, 페놀프탈레인용액을 분홍색으로 변화시킨다.

② 모두 산과 잘 반응한다.

? 수산화나트리움, 수산화칼시움이 산과 반응하는 화학방정식을 작성하여라.

③ 일부 비금속산화물과 반응한다.

? 수산화나트리움, 수산화칼시움이 비금속산화물과 반응하는 화학방정식을 작성하여라.

염기의 일반성질을 염기성(혹은 알카리성)이라고 부르는데 염기성이 나타나는 원인은 수산이온 OH^{-}때문이다.

염기와 산과의 반응은 염기의 일반성질인 동시에 산의 일반성질이기도 하다.

염기의 분류

염기는 용해도에 따라 물에 잘 용해되는것과 잘 용해되지 않는 것으로 나눈다.

염기의 분류 표 2-1

분류기준	분 류	례
물에 잘 용해되는가 안되는가에 따라	물에 잘 용해되는 염기(알카리)	NaOH , $Ca(OH)_2$, KOH, $Ba(OH)_2$
	물에 잘 용해되지 않는 염기	우의 알카리를 내놓은 나머지 염기들
금속이온의 이온가(해리될 때 내놓는 OH^-의 개수)에 따라	1가염기	NaOH, KOH
	2가염기	$Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$

NaOH나 $Ca(OH)_2$과 같이 물에 용해되는 염기를 알카리라고 부른다.

염기는 또한 금속이온의 이온가 혹은 수산이온 OH^-의 개수에 따라 1가염기, 2가염기, 3가염기로 나눈다.

1가염기 … NaOH, KOH

2가염기 … $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$

3가염기 … $Fe(OH)_3$

염기의 화학식은 원소들의 산화수에 기초하여 세울수도 있으나 금속이온과 수산이온의 이온가에 기초하여 세우는것이 더 간편하다.

Ⓟ 이온가가 2+인 바리움과 이온가가 1-인 수산기로 이루어진 염기의 화학식을 세워라.

염기의 이름부르기

염기는 《수산화》라는 말뒤에 금속의 이름을 덧붙여 부른다.

례: $Cu(OH)_2$ … 《수산화》 + 동 → 수산화동

만일 한가지 금속이 2가지 염기를 만드는 경우에는 금속의 산화수를 로마수자로 이름뒤의 ( )안에 써넣어 부른다.

례: $Fe(OH)_2$ … 수산화철(Ⅱ)

$Fe(OH)_3$ … 수산화철(Ⅲ)

참고 《알카리》라는 말의 유래

알카리라는것은 아랍말로 《재》라는데서 유래되였다.

나무를 태운 재를 물에 용해시켜 우려낸 물은 미끈거리는 손맛을 가지며 빨래도 잘되였다.

그 재물에는 염기인 KOH가 들어있는데 KOH와 같이 물에 잘 용해되는 염기를 알카리라고 부르게 되였다.

참고 꽃잎알림약

식물의 꽃잎도 산, 염기알림약으로 쓸수 있다. 례를 들어 나팔꽃잎은 산성용액에서는 붉은색, 염기성용액에서는 푸른색으로 변한다.

또한 뽕나무에 열리는 오디의 색도 산성용액과 염기성용액에서 변한다.

문 제

1. 다음의 말들은 서로 어떻게 다른가?

ㄱ) 산과 염기 ㄴ) 산성과 염기성 ㄷ) 산화수와 이온가

2. 2개의 시험관에 염산과 석회수가 들어있다. 어떻게 갈라볼수 있는가?

3. 다음의 물질들사이에 일어나는 반응을 찾아 화학방정식으로 나타내여라.

$Mg(OH)_2$, HCl, MgO, CO_2, KOH, Mg

4. 다음의 금속원소들이 만드는 염기의 화학식을 세우고 이름을 불러보아라.

ㄱ) Zn (산화수 +2, 이온가 2+)

ㄴ) Ba (산화수 +2, 이온가 2+)

ㄷ) Ni (산화수 +2와 +3, 이온가는 2+와 3+)

5. 밀도가 $1.11g/cm^3$인 10% NaOH용액의 몰농도는 얼마인가?

(**답.** 2.78mol/L)

6. 12.25% H_2SO_4용액 200g을 물에 용해시켜 500mL로 되게 하였다. 얻은 용액의 몰농도는 얼마인가?

(**답.** 0.5mol/L)

제4절. 암모니아수

암모니아수는 기체인 암모니아(NH_3)를 물에 용해시킨 수용액이다.

암모니아

암모니아는 센 자극성냄새가 나는 색없는 기체이며 공기보다 가볍다.

ⓘ 공기의 평균몰질량이 29g/mol이라는것을 알고 암모니아가 공기보다 몇배나 가벼운가를 계산하여라.

암모니아는 물에 매우 잘 용해된다. 보통온도에서 물 1L에 약 700L정도의 암모니아기체가 용해된다.

또한 암모니아는 쉽게 액화된다. 암모니아는 20℃에서 0.8MPa정도로만 압축하여도 액체암모니아로 된다.

액체암모니아는 기체로 되면서 많은 열을 빨아들인다.

이 성질에 기초하여 액체암모니아는 랭동기의 랭매로 쓰인다.

공장에서는 질소와 수소를 반응시켜 암모니아를 만들며 실험실에서는 염화암모니움 NH_4Cl에 수산화칼시움 $Ca(OH)_2$을 작용시켜 만든다.

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3\uparrow$$

암모니아는 쓰이는데가 많다. 암모니아는 류안, 질안, 뇨소와 같은 질소비료를 만드는 원료로 쓰며 액체암모니아는 랭매로 쓰인다.

암모니아수

암모니아수는 암모니아의 수용액이며 화학식은 $NH_3 \cdot H_2O$로 쓴다.

암모니아수는 보통 밀도가 $0.91 g/cm^3$인 25% 수용액이다.

암모니아수는 전해질이며 다음과 같이 해리된다.

$$NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

암모니아수는 해리되여 음이온으로 수산이온 OH^-만을 내므로 염기이다.

따라서 암모니아수는 염기의 일반성질을 다 가진다.

? 암모니아수의 염기로서의 일반성질을 자체로 말해보아라.

발전 암모니아수의 염기성

암모니아수가 해리되여 생긴 암모니움이온 NH_4^+은 암모니아분자 NH_3이 물분자 H_2O에서 H^+을 떼내여 결합한 결과에 생겨난것이다.

암모니아 NH_3은 H_2O에서 H^+을 받아들이면서 그 수용액이 염기성을 띠게 하였다.

그러므로 염기에는 수용액에서 수산이온 OH^-만을 내는 화합물만이 아니라 수소이온 H^+을 받아들이는 화합물도 속한다.

암모니아수는 수산이온 OH^-를 내놓은 염기이고 암모니아는 수소이온 H^+를 받아들인 염기이다.

짙은 암모니아수에서는 쉽게 암모니아기체가 갈라져나온다.

열을 주면 더 잘 갈라져나온다. 그러므로 짙은 암모니아수는 눈과 코의 점막을 심히 자극하며 상하게 한다.

묽은 암모니아수는 약염기로 널리 쓰이며 농업생산에서는 액체질소비료로 쓰인다.

암모니아수는 토양의 산성을 없애고 농작물에 잘 흡수되여 좋다.

주의

짙은 암모니아수에 코를 대고 냄새를 맡으려고 해서는 절대로 안된다. 짙은 암모니아수를 다룰 때에는 마스크를 하고 보호안경을 껴야 한다.

참고 우리 생활에서 암모니아수의 리용

우리 생활에서 암모니아수는 쓰이는데가 많다.

① 빨래하는데 쓰인다. 빨래하는 물에다 암모니아수를 조금 섞으면 비누거품이 잘 일어나면서 빨래가 잘된다.

특히 비누거품이 잘 일지 않는 경우(센 물)에 빨래를 할 때 좋다.

② 옷에 묻은 여러가지 얼룩을 지우는데 쓰인다.

옷에 묻은 기름이나 기름때, 파일물도 10% 암모니아수에 소금을 조금 넣은 용액으로 닦으면 잘 지워진다.

천에 묻은 잉크는 10% 암모니아수에 알콜을 조금 넣은 용액으로 닦으면 잘 지워진다.

③ 도색한 가정용품의 겉면을 닦는데 쓰인다.

나무로 만든 가구의 겉면은 암모니아수를 조금 탄 물로 씻으면 깨끗해진다. 랭동기와 같은 가정용품의 겉면은 암모니아수에 치약을 조금 섞어서 닦으면 깨끗해진다.

위생자기제품이나 타일의 겉면은 뜨거운 비누물에 암모니아수를 조금 용해시킨 용액으로 닦으면 깨끗해진다.

④ 벌이나 모기에 쏘인 피부에 묽은 암모니아수를 바르면 아픔이 곧 멎는다.

문 제

1. 암모니아기체를 가득 채운 시험관을 페놀프탈레인용액을 몇방울 넣은 물속에 거꾸로 세워 잠그었다. 어떤 현상이 일어나겠는가?

2. 표준조건에서 암모니아기체 11.2L는 몇g이며 그속에 들어있는 분자수는 몇개이겠는가? (**답.** 3.01×10^{23}개)

3. 암모니아와 류산 및 염산과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

4. 표준조건에서 암모니아기체 1.5L를 용해시켜 암모니아수 1L를 만들었다. 이 암모니아수의 밀도가 $0.99g/cm^3$라면 농도는 몇%인가? (**답.** 0.115%)

제5절. 량성수산화물

수산화물

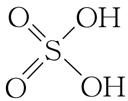
염기와 옥소산의 조성에서 같은 점이 무엇인가.

염기와 옥소산은 모두 세가지 화학원소로 이루어졌으며 그가운데서 두가지 원소는 산소와 수소이다.

그 산소와 수소는 수산기 OH를 이루고있다.

염기는 금속원소와 수산기로 이루어져있고 옥소산은 비금속원소와 수산기로 이루어졌다.

례:



따라서 조성에서 다른 점은 중심원소가 다를뿐이다.

이렇게 한 중심원소와 수산기로 이루어진 화합물을 수산화물이라고 부른다.

일반식 XOH

금속원소의 수산화물인 염기는 수용액에서 해리되여 음이온으로 수산이온 OH^-를 내놓으며 결과 염기성을 나타낸다.

$$XOH = X^+ + OH^-$$

비금속원소의 수산화물인 옥소산은 수용액에서 해리하여 양이온으로 수소이온 H^+를 내놓으며 결과 산성을 나타낸다.

$$XOH \rightarrow HXO = H^+ + XO^-$$

참고 수산화물인 옥소산의 화학식쓰기

수산화물인 옥소산의 화학식을 쓸 때는 수산기(OH)를 그대로 쓰지 않고 해리하는 수소원자를 언제나 화학식의 맨앞에 쓰기로 약속되여있다.

그리고 그 수소원자는 가장 적게 남기고 물분자(H_2O)를 떼낸다.

례를 들어 류황의 산화수가 +6인 류산의 화학식은 다음과 같이 쓸수 있다.

$$\overset{+6}{S}(OH)_6 \longrightarrow H_6SO_6 \xrightarrow{-2H_2O} H_2SO_4$$

그러므로 중심원소의 산화수만 알면 어떤 비금속원소의 옥소산이나다 그 화학식을 세울수 있다.

량성수산화물

수산화물가운데는 염기성과 산성을 다 나타내는것이 있다. 례를 들면 수산화아연 $Zn(OH)_2$의 성질이 그렇다.



수산화아연의 성질

① 염화아연($ZnCl_2$)용액을 시험관의 $\frac{1}{4}$정도 되게 넣고 여기에 수산화나트리움(NaOH)용액을 방울방울 넣는다. 흰 침전물이 생길 때까지 넣는다.

② 시험관에 생긴 흰 침전물을 두 시험관에 꼭같이 갈라넣는다.

③ 한 시험관에는 염산을 넣고 다른 시험관에는 수산화나트리움용액을 넣는다. 반응하여 흰 침전물이 다 없어지는것을 본다.

염화아연용액에 수산화나트리움용액을 작용시키면 흰 침전물인 수산화아연이 생긴다.

$$ZnCl_2 + 2NaOH = Zn(OH)_2\downarrow + 2NaCl$$

수산화아연은 산과도 반응하고 알카리와도 반응하므로 흰 침전물이 없어진다.

$$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2H_2O$$

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

(혹은 $H_2ZnO_2 + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + 2H_2O$)

이것은 수산화아연이 염기로서의 성질도 가지고 산으로서의 성질도 가진다는것을 보여준다.

산성과 염기성을 다 가지는 화학성질을 **량성**이라고 부르며 량성을 나타내는 수산화물을 **량성수산화물**이라고 부른다.

량성수산화물이 염기성과 산성을 다 가지는 까닭은 무엇인가.

그것은 수용액에서 량성수산화물이 H^+를 내면서 해리되기도 하고 OH^-를 내면서 해리되기도 하기때문이다.

$$2H^+ + ZnO_2^{2-} \rightleftharpoons Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2OH^-$$

량성수산화물에는 수산화알루미니움 $Al(OH)_3$도 속한다.

문 제

1. 량성수산화물인 $Al(OH)_3$의 산으로서의 해리와 염기로서의 해리방정식을 나타내여라.

2. 량성수산화물인 $Zn(OH)_2$과 $Al(OH)_3$이 각각 다음의 물질들과 반응하는 화학방정식을 세워라.

ㄱ) 류산 ㄴ) 수산화칼리움

3. $Zn(OH)_2$과 $Al(OH)_3$에 열을 주어 물을 뗴내면 어떤 물질이 얻어지겠는가?

4. 빈자리에 알맞는것을 써넣어라.

염화알루미니움에 _____을 작용시키면 흰색의 _____이 생기는데 이것의 화학식은 ____이다.

이 침전물에 염산을 작용시키면 반응 ____이 일어나면서 용해된다. 또한 이 침전물에 가성소다용액을 작용시키면 반응 _____이 일어나면서 용해된다.

제6절. 화학방정식에 의한 계산

화학공업에서는 화학반응에 기초하여 원료로부터 제품이 만들어진다.

화학공업에서 일정한 량의 제품을 만드는데 필요한 원료의 생성물의 량을 미리 알아보자면 화학방정식에 의한 계산을 하여야 한다.

ⓘ 화학방정식은 무엇을 나타내는가?

화학방정식에 의하여 여러가지 계산을 할수 있다.

1) 어느 한 반응물의 량을 알고 생성물의 량을 계산할수 있다.

[례제] 금속아연 Zn 6.5g을 태우면 산화아연 ZnO가 몇g이나 생기겠는가?

풀이. ① 화학방정식을 세우고 반응물과 생성물의 질량관계를 알아본다.

$$
\begin{array}{ccccc}
2Zn & + & O_2 & = & 2\ ZnO \\
2mol & & 1mol & & 2mol \\
2mol \times 65g/mol & & 1mol \times 32g/mol & & 2mol \times 81g/mol \\
=130g & & =32g & & =162g
\end{array}
$$

② 생긴 ZnO의 질량을 계산한다.

$$130g:162g=6.5g:x$$

$$x=\frac{162g\times 6.5g}{130g}=8.1g$$ **답**. 8.1g

2) 일정한 량의 생성물을 만드는데 필요한 반응물의 량을 계산할수 있다.

[레제] 산화마그네시움 MgO를 6g 만들려면 탄산마그네시움 $MgCO_3$을 몇g이나 분해시키면 되겠는가?

풀이. ① 화학방정식을 세우고 반응물과 생성물의 질량관계를 알아본다.

$$MgCO_3 = MgO + CO_2$$

$MgCO_3$: 1mol×84g/mol =84g; MgO: 1mol×40g/mol =40g

② 필요한 $MgCO_3$의 질량을 계산한다.

$$40g:84g=6g:x$$

$$x=\frac{84g\times 6g}{40g}=12.6g$$ **답**. 12.6g

3) 두 반응물들가운데서 어느 한 반응물의 량이 주어지면 그것과 남김없이 반응할 다른 반응물의 량을 계산할수 있다.

[**레제**] 수산화나트리움 NaOH 5g을 완전히 없애려면 10% 류산용액을 몇g이나 반응시켜야 하는가?

풀이. ① 화학방정식을 세우고 필요한 H_2SO_4의 질량을 계산한다.

$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

2NaOH: 2mol×40g/mol, 80g, 5g; H_2SO_4: 1mol×98g/mol, 98g, x

x=6.125g

② 10% 류산용액의 질량을 계산한다.

$$100g:10g=x:6.125g$$

$$x=\frac{100g\times 6.125g}{10g}=61.25g$$

답. 61.25g

4) 반응에 참가한 물질들가운데서 기체물질이 있을 때에는 그 기체의 체적(표준조건)도 계산할수 있다.

[**례제**] 염산에 아연 6.5g을 반응시켰다. 이때 생긴 수소의 체적(표준조건에서)은 얼마인가?

풀이. ① 화학방정식을 세우고 Zn의 질량과 H_2의 체적관계를 알아본다.

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$$

$$\underset{=65g}{1mol \times 65g/mol} \qquad \underset{=22.4L}{1mol \times 22.4L/mol}$$

② 생긴 H_2의 체적을 계산한다.

$$65g : 22.4L = 6.5g : x$$

$$x = \frac{22.4L \times 6.5g}{65g} = 2.24L$$

답. 2.24L

참고 — 화학방정식에 의한 계산에 쓰이는 모형

화학방정식에 의하면 반응에 참가하는 물질들의 물질량(n)비가 언제나 화학식앞에 쓴 결수의 비와 같다.

만일 반응에 참가한 두 물질의 물질량을 각각 n_1과 n_2, 몰질량을 M_1, M_2 그리고 그 결수를 ν_1과 ν_2라고 하면 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$ 이다.

여기서 $n_1 = \frac{m_1}{M_1}$ 이고 $n_2 = \frac{m_2}{M_2}$ 이므로

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\frac{m_1}{M_1}}{\frac{m_2}{M_2}} \quad 즉 \quad \frac{m_1}{M_1} = \frac{\nu_1 \times m_2}{\nu_2 \times M_2}$$ 로 쓸수 있다.

이 식에서 ν_1과 ν_2 그리고 M_1과 M_2는 정해져있으며 변수는 m_1와 m_2뿐이다.

만일 m_2이 주어지고 m_1를 구하려고 한다면

$$m_1 = \frac{\nu_1 \times M_1}{\nu_2 \times M_2} \times m_2$$ 로 쓰면 된다.

이 식(모형)은 화학방정식에 의한 계산에서 널리 쓰인다.

문 제

1. 다음의 화학방정식에서 매 물질의 질량을 화학식량으로 계산하고 질량보존의 법칙에 맞는가 따져보아라.

$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$

2. 오산화린 P_2O_5을 7.1g 만들자면 린 P를 몇g 연소시켜야 하는가? (**답**. 3.1g)
3. 수산화나트리움 0.1mol을 없애는데 5% 류산용액이 몇g이나 필요한가? (**답**. 98g)
4. 70% 류산용액 50g에 암모니아를 충분히 반응시켰다면 류산암모니움 $(NH_4)_2SO_4$이 몇g이나 생기겠는가? (**답**. 47.1g)
5. 밀도가 $1.10g/cm^3$인 18% 염산용액 50mL와 완전히 반응하는데 2% 수산화칼시움용액이 몇g이나 들겠는가? (**답**. 501.8g)
6. 공장에서 산화아연(아연화)을 5t 생산하려면 금속아연을 몇t이나 태워야 하는가? (**답**. 4.01t)
7. 2개의 비커에 농도가 같은 염산용액을 꼭같은 체적씩 넣고 거기에 제가끔 금속아연과 금속마그네시움을 3g씩 넣어 반응시켰다. 금속들이 다 없어진 다음에도 두 비커의 질량이 같겠는가? 다르다면 어느 비커의 질량이 얼마나 더 무겁겠는가? (**답**. 아연을 넣은 비커 0.16g)

장종합

- 염기
  - 염기의 개념
    - 조성으로 보면 금속원소와 수산기로 이루어진 화합물
    - 전해질해리로 보면 수용액에서 해리하여 음이온으로는 오직 수산이온만을 내는 화합물
    - 성질을 보면 미끈거리는 손맛을 가지며 붉은 리트머스지를 푸른색으로, 페놀프탈레인용액을 분홍색으로 변화시키는 화합물
  - 염기의 일반성질 (염기성)
    - 미끈거리는 손맛을 가지며 붉은 리트머스지를 푸른색으로, 페놀프탈레인용액을 분홍색으로 변화
    - 모두 산과 반응
    - 일부 비금속산화물과 반응
  - 염기의 분류
    - 용해도에 따라
      - 알카리
      - 용해되지 않는 염기
    - 금속이온의 이온가에 따라 1가염기, 2가염기, 3가염기
  - 염기의 화학식
    - 원소들의 산화수에 기초하여 세운다.
    - 금속이온과 수산이온의 이온가에 기초하여 세운다.
  - 염기의 이름
    - 《수산화》+금속원소의 이름
    - 《수산화》+금속원소의 이름+금속원소의 산화수(로마수자)

복습문제

1. 아래의 문장에서 옳고그른것을 가르고 틀린것을 정확히 고쳐 써보아라.

ㄱ) 염기는 모두 물에 잘 용해되며 그 수용액은 무색의 리트머스지를 분홍색으로 변화시킨다.

ㄴ) 염기는 모두 산과 반응한다.

ㄷ) 모든 염기는 알카리이다.

ㄹ) 미끈거리는 물질은 모두 염기이다.

ㅁ) 화학식에 수소원소와 산소원소가 있으면 모두 염기이다.

ㅂ) 수용액에서 해리하여 음이온으로는 오직 수산이온 OH^-만을 내는 화합물은 모두 염기이다.

2. 4개의 시험관에 류산, 석회수, 가성소다, 염산용액이 들어있다. 어느 시험관에 무슨 물질이 들어있는가를 어떤 방법으로 알아낼수 있는가?

3. 나무를 태운 재에는 탄산칼리움 K_2CO_3이 들어있다. 여기에 어떤 시약을 작용시키면 KOH를 얻을수 있다. 그 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

4. 모든 염기가 산과 반응하듯이 모든 산은 염기와 반응한다. 이 성질까지 넣어서 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 산의 일반성질을 말하여라.

ㄴ) 매개 일반성질의 실례를 들어라.

ㄷ) 실례로 든 반응의 화학방정식을 써보아라.

5. 5% 수산화칼리움(KOH)용액이 950g 있다. 이 용액에 열을 주어 70g의 물을 증발시킨 다음 남은 용액에 다시 KOH 20g과 물 100g을 넣고 용해시켰다. 얻어진 용액의 농도는 몇%인가?

(**답.** 6.75%)

6. 24%의 알카리용액을 만들기 위하여 물 200g에 어떤 알카리용액을 300g 넣었다. 넣은 알카리용액의 농도는 몇%인가?

(**답.** 40%)

7. 세탁비누를 만드는데 쓰는 30% 가성소다용액의 밀도는 1.327g/cm^3이다. 비누 1t을 만드는데 이런 가성소다용액이 37L 들었다면 비누 한장을 만드는데는 수산화나트리움이 몇g씩 들었겠는가?(비누 한장의 질량은 90g이다.)

(**답**.1.33g)

8. 20℃에서의 가성소다포화용액의 농도는 A%이며 밀도는 dg/cm^3이다. 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 용액 250g에 들어있는 용질은 몇g인가?

ㄴ) 이 온도에서 NaOH의 용해도는 얼마인가?

ㄷ) 용액 1L속의 NaOH는 몇g인가?

(**답**. 2.5Ag, $\frac{100\times A}{100-A}$g/(100g・물), 10d・Ag)

9. 농도가 각각 0.1mol/L인 가성소다용액과 류산용액을 100mL씩 섞어 반응시켰다.

ㄱ) 반응후 어느 물질이 남았겠는가?

ㄴ) 반응후 용액은 리트머스지를 무슨 색으로 변화시키겠는가?

ㄷ) 반응후 남은 물질은 몇g인가?

10. 비커에 묽은 염산용액을 16g 넣고 거기에 3g의 아연을 넣어 완전히 반응시켰다. 반응이 끝난 후 질량은 어떻게 되였겠는가? 다음의 답가운데서 맞는것을 고르고 그 까닭을 설명하여라.

ㄱ) 16g보다 작거나 같다.

ㄴ) 16g보다 크거나 19g보다 작다.

ㄷ) 19g과 같거나 크다.

제3장. 염

산, 염기와 함께 염도 무기화합물의 한 부류이며 전해질이다.

사람들이 일상생활에서 많이 리용하고있는 소금과 중조는 염에 속하는 물질이다. 염에 속하는 물질은 여러가지이며 쓰이는데도 많다.

이 장에서는 염들의 성질과 그 리용에 대하여 학습한다.

제1절. 중화반응

산성화된 토양을 개량하는데 염기인 소석회를 친다.

이것은 중화반응을 일으켜 토양의 산성을 없애기 위한것이다.

그러면 중화반응이란 어떤 반응인가.

중화반응은 산과 염기와의 반응이다.



산과 염기와의 반응

① 시험관에 묽은 수산화나트리움용액을 2mL정도 넣고 여기에 페놀프탈레인용액을 한두방울 떨구어넣으면 용액이 분홍색으로 변한다.

② 분홍색으로 된 용액에 묽은 염산용액을 스포이드로 방울방울 떨구어넣으면서 용액의 색변화를 본다.

어떤 변화가 일어나는가?

수산화나트리움용액은 염기성을 가지므로 페놀프탈레인을 분홍색으로 변화시킨다. 여기에 염산을 조금씩 떨구어넣으면 용액의 분홍색이 점차 연해지다가 없어진다.

이것은 수산화나트리움이 염산과 반응하여 없어지기때문이다.

$$NaOH + HCl = \underset{\text{염화나트리움(소금)}}{NaCl} + H_2O$$

반응에서 생긴 염화나트리움(소금)은 염이다.

다른 산과 염기사이에서도 이런 형태의 화학반응이 일어난다.

례: $2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$

류산나트리움 (under Na_2SO_4)

$Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2H_2O$

염화칼시움 (under $CaCl_2$)

류산나트리움 Na_2SO_4과 염화칼시움 $CaCl_2$도 염이다.

산과 염기와의 반응에서는 언제나 염과 물이 생긴다.

이와 같이 산과 염기가 반응하여 염과 물이 생기는 화학반응을 **중화반응**이라고 부른다.

중화반응은 산의 일반성질이기도 하고 염기의 일반성질이기도 하다.

용액의 산성, 염기성, 중성을 무엇으로 알아보는가.

① 알림약으로 알아본다. 흔히 쓰이는 알림약은 리트머스지와 페놀프탈레인이다.(표 3-1)

알림약의 색변화 　　　　표 3-1

알림약	산성	중성	염기성
리트머스지	붉은색	보라색	푸른색
페놀프탈레인	무색	무색	분홍색

② pH를 재여 알아본다.

용액의 산성과 염기성의 세기는 보통 pH(페하)로 나타낸다. pH의 범위는 1-14이다.

pH=7인 때 중성

pH<7인 때 산성

pH>7인 때 염기성

pH를 재는 가장 간단한 방법은 pH지를 사용하는것이다. pH지에 용액을 묻혀서 나타난 색갈을 표준색계렬과 맞추어서 용액의 pH를 알아낸다.(그림 3-1)

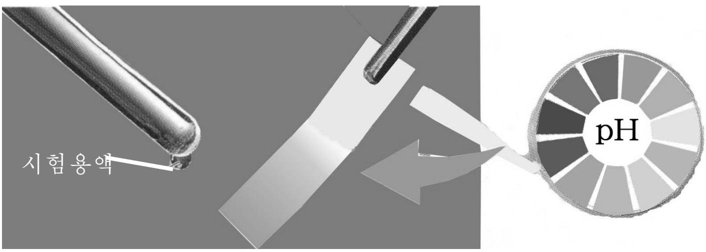


그림 3-1. pH지와 표준색계렬

중화반응은 어디에 리용되는가

중화반응은 산성화된 땅을 개량하는데 리용된다.

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《산성화된 땅을 개량하기 위하여서는 소석회를 많이 생산하여 논밭에 쳐야 합니다. 소석회를 치면 그것이 땅에 있는 산을 중화시켜 땅을 좋게 만듭니다.》

땅은 여러가지 요인에 의하여 산성화된다. 그런데 농작물은 대부분이 산성이나 염기성이 아닌 pH가 7정도인 토양에서 잘 자란다.

그러므로 산성화된 토양은 가장 값눅은 염기인 소석회를 쳐서 중화시켜야 한다.

중화반응은 화학공업과 과학연구사업에서도 리용된다.

화학공업과 과학연구사업에서는 화학반응을 일정한 pH조건에서 진행시켜야 할 경우들이 있다. 이때 중화반응으로 용액의 pH를 조절한다.

중화반응은 공장, 기업소에서 생겨나오는 산성이나 염기성폐수를 정화하는데도 리용된다. 산성이나 염기성폐수를 중화시켜야 강물의 오염을 막을수 있다.

문 제

1. 다음 물질들사이의 반응을 화학방정식으로 나타내고 중화반응인것과 아닌것을 갈라보아라.
   ㄱ) 수산화칼시움과 질산
   ㄴ) 산화칼시움과 류산
   ㄷ) 수산화나트리움과 질산
   ㄹ) 수산화나트리움과 이산화탄소
2. 다음의 말에서 옳고그른것을 가르고 틀린것의 리유를 설명하여라.
   ㄱ) 중화반응이 일어나면 언제나 염과 물이 생긴다.
   ㄴ) 염과 물이 생기는 반응은 다 중화반응이다.
   ㄷ) 금속산화물과 산이 반응하면 염과 물이 생기므로 중화반응이다.
3. 다음의 물질(염)을 만드는 중화반응의 화학방정식을 써라.

$BaCl_2$, K_2SO_4, $Cu(NO_3)_2$

4. 0.8mol/L 류산용액 250mL와 0.35mol/L 수산화나트리움용액 400mL를 혼합하였다. 이 용액을 완전히 중화하려면 0.25mol/L 수산화칼리움용액( )mL가 필요하다.

① 104mL ② 1 040mL ③ 280mL ④ 10.4mL

제2절. 이온교환반응

이온교환반응은 어떤 반응인가

산과 염기의 중화반응은 전해질들사이의 반응이다. 수용액에서 산은 수소이온과 산이온으로 해리되며 염기는 금속이온과 수산이온으로 해리되여있다.

례: $2NaOH + H_2SO_4=Na_2SO_4+2H_2O$

$$2NaOH = 2Na^+ + 2OH^-$$

$$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$$

이 중화반응의 결과 용액속에서 양이온인 H^+는 음이온인 OH^-와 결합하여 H_2O을 만들고 양이온인 Na^+와 음이온인 SO_4^-은 Na_2SO_4을 만들었다.

이렇게 중화반응에서는 산과 염기의 이온들이 서로 바뀌면서 반응이 일어났다.

이런 형태의 반응은 다른 물질들사이에서도 일어난다.

례를 들어 염화바리움 $BaCl_2$과 류산나트리움 Na_2SO_4사이의 반응을 보자.



염화바리움과 류산나트리움과의 반응

시험관에 염화바리움용액 2mL정도 넣고 거기에 류산나트리움용액을 방울방울 떨구어넣는다. 어떤 색의 침전물이 생기는가?

시험관을 뒤흔들어 보아라. 침전물이 없어지는가?

염화바리움용액에 류산나트리움용액을 반응시키면 흰색의 침전

물이 생긴다. 그것은 류산바리움 $BaSO_4$이다.

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$$

이 반응도 물질을 이루고있는 이온들이 바뀌면서 일어난다.

이렇게 물질을 이루고있는 이온들이 서로 바뀌면서 일어나는 화학반응을 **이온교환반응**이라고 부른다.

중화반응은 이온교환반응의 하나이다.

이온교환반응을 따로 이온방정식으로 나타낸다.

이온방정식이란 어떤 화학방정식인가

반응에 참가한 이온들만으로 나타낸 화학방정식이다.

우의 중화반응을 다시 례로 들어보자.

NaOH와 H_2SO_4의 중화반응에서 생긴 Na_2SO_4도 전해질이므로 해리된다. 그러나 H_2O는 해리되지 않는다.

그러므로 중화반응이 일어난 후 반응에 참가한 이온은 H^+와 OH^-이다.

$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$2Na^+ + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{2-} = 2Na^+ + SO_4^{2-} + 2H_2O$$

반응에 참가한 이온들만으로 나타내면

$$2OH^- + 2H^+ = 2H_2O$$

이며 더 간단히 쓰면

$$H^+ + OH^- = H_2O$$

이다. 이것이 중화반응의 이온방정식이다.

(?) 이온교환반응인 $BaCl_2$과 Na_2SO_4과의 이온방정식을 써보아라.

이온방정식은 보다 넓은 뜻을 나타낸다.

중화반응의 이온방정식 $H^++OH^-=H_2O$는 모든 산과 모든 염기사이의 반응이라는것을 나타내며 이온방정식 $Ba^{2+}+SO_4^{2-}=BaSO_4$은 바리움이온이 들어있는 모든 물질과 류산이온이 들어있는 모든 물질사이의 반응을 나타낸다.

이온교환반응은 전해질용액들사이에서만 일어나는것이 아니며 전해질용액과 비전해질사이에서도 일어난다.

례를 들어 산화동과 류산과의 반응은 이온교환반응이다.

$$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$$

$$2H^+ \quad SO_4^{2-} \qquad Cu^{2+} \quad SO_4^{2-}$$

이온방정식으로 나타내면 다음과 같다.

$$CuO + 2H^+ = Cu^{2+} + H_2O$$

그러나 모든 물질들사이에 다 이온교환반응이 일어나는것은 아니다.

이온교환반응이 일어나자면 다음과 같은 조건이 주어져야 한다.

① 반응에서 침전물이 생겨야 한다.

흰 침전물인 $BaSO_4$이나 AgCl이 생기는 이온교환반응은 잘 일어난다.

Ⓠ 이온방정식 $Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$에 알맞는 반응물의 례를 들어보아라.

② 반응에서 기체물질이 생겨야 한다.

실험실에서 염화수소기체는 소금에 류산을 작용시켜 만든다.

$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$$

이 반응에서는 H^+과 Cl^-이 결합하여 기체상태의 HCl로 되여 유리된다. 그러므로 이 반응의 이온방정식은 다음과 같다.

$$H^+ + Cl^- = HCl\uparrow$$

③ 반응에서 물이 생겨야 한다.

이온교환반응인 중화반응과 금속산화물과 산과의 반응에서는 물이 생긴다.

이렇게 이온교환반응이 일어나자면 반드시 생성물들가운데서 하나가 침전물이거나 기체물질 또는 물이여야 한다.

문 제

1. 이온방정식 $H^++OH^-=H_2O$에 해당하는 중화반응의 화학방정식의 례를 5가지 써보아라.

2. 다음 물질들사이에 일어나는 반응에서 이온교환반응을 갈라내고 그것을 이온방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 수산화동과 류산

ㄴ) 수산화나트리움과 류산동

ㄷ) 수산화나트리움과 염화칼리움

ㄹ) 아연과 염산

ㅁ) 산화칼시움과 질산

3. 이온방정식이 $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4$으로 되는 화학반응의 실례를 3가지 들고 화학방정식으로 나타내여라.

4. 밀도가 $1.46 g/cm^3$인 58% 류산용액 250mL에 밀도가 $1.84 g/cm^3$인 96% 류산용액을 500mL 섞으면 용액의 몰농도가 얼마로 되겠는가? (답. 14.9mol/L)

제3절. 염의 분류와 성질

염이란 어떤 화합물인가

중화반응에서는 언제나 염이 생긴다. 염들의 조성을 비교하여보자.

	금속원소	산기
염화나트리움	Na	Cl
류산바리움	Ba	SO_4
질산칼시움	Ca	$(NO_3)_2$

염은 금속원소와 산기로 이루어진 화합물이다.
수용액에서 염은 해리된다.

$$NaCl = Na^+ + Cl^-$$
$$CuSO_4 = Cu^{2+} + SO_4^{2-}$$
$$Ca(NO_3)_2 = Ca^{2+} + 2NO_3^-$$

금속이온 | 산이온

전해질해리로 보면 염은 수용액에서 금속이온과 산이온으로 해리되는 화합물이다.

염에 속하는 물질은 대단히 많다.

염의 화학식세우기

전해질인 염의 화학식은 원소의 산화수에 기초하기보다 금속이온과 산이온의 이온가에 기초하여 세우는것이 편리하다.

염을 이루고있는 양이온과 음이온의 이온가합이 같아지게

밑수를 구하면 된다.

례를 들어 알루미니움이온의 이온가는 3+이고 류산이온의 이온가는 2-라는것을 알고 류산알루미니움의 화학식을 세워보자.

$$(3+)\times\boxed{밑수} = (2-)\times\boxed{밑수}$$

$$(3+)\times\boxed{2} = (2-)\times\boxed{3}$$

따라서 류산알루미니움의 화학식은 $Al_2(SO_4)_3$이다.

※ 염을 이루고있는 양이온의 이온가합과 음이온의 이온가합이 같기때문에 염은 아무런 전기도 띠지 않는다.

염의 분류

염은 그 조성인 금속원소와 산기가 무엇인가에 따라 다음과 같이 나눈다.(표 3-2)

염의 분류 표 3-2

분류기준	종류		례
금속원소	나트리움염		$NaCl$, Na_2SO_4, Na_2CO_3
	칼리움염		KCl, K_2SO_4, K_2CO_3
	칼시움염		$CaCl_2$, $CaSO_4^*$, $CaCO_3^*$
산기	수소산염 (무산소산염)	염산염	KCl, $MgCl_2$, $AgCl^*$
		류화수소산염	K_2S, CuS^*, FeS^*
	옥소산염 (산소산염)	류산염	Na_2SO_4, $CuSO_4$, $BaSO_4^*$
		질산염	KNO_3, $Cu(NO_3)_2$, $NaNO_3$
		탄산염	Na_2CO_3, $MgCO_3^*$, $CaCO_3^*$

(* 물에 용해되지 않는 염)

또한 염에는 산의 수소가 일부 남아있는 수소염과 수산기가 들어있는 수산염도 있다.

례: 수소염 … $NaHSO_4$ (류산수소나트리움)

$NaHCO_3$ (탄산수소나트리움)

수산염 … $Mg(OH)Cl$ (염화수산마그네시움)

$Cu_2(OH)_2CO_3$ (탄산수산동)

염의 이름부르기

다른 화합물에서와 마찬가지로 뒤에서 앞으로 나가면서 부른다.

① 옥소산염(산소산염)의 이름은 먼저 산의 이름을 부르고 다음에 금속의 이름을 붙여 부른다.

금속원소의 산화수가 여러가지일 때는 염의 이름뒤에 로마수자로 산화수를 밝힌다.

례: $FeSO_4$ … 류산철(Ⅱ)

$Fe_2(SO_4)_3$ … 류산철(Ⅲ)

② 수소산염의 이름은 비금속원소(산기의 조성)의 이름에 《화》를 붙이고 다음에 금속의 이름을 부른다.

례: KCl … 염(소)+화+칼리움(염화칼리움)

CuS … 류(황)+화+동(류화동)

③ 수소염과 수산염의 이름도 뒤에서부터 앞으로 나가면서 순차로 부른다.

례: $NaHCO_3$ … 탄산수소나트리움

염의 성질

모든 염이 다 가지는 공통적인 물리성질이나 화학성질은 없다. 다만 보통조건에서 모두 고체라는것이 같을뿐이다.

염들은 물에 대한 용해성이 서로 다르다.(표 3-3)

염의 용해 표 3-3

염의 종류	용 해 성
나트리움염과 칼리움염	모두 물에 잘 용해된다.
질산염	모두 물에 잘 용해된다.
염산염	AgCl, $PbCl_2$, Hg_2Cl_2 제외하고 다 용해된다.
류산염	$BaSO_4$, $PbSO_4$, $CaSO_4$ 제외하고 다 용해된다.
탄산염	Na_2CO_3, K_2CO_3 제외하고 다 용해되지 않는다.

표 3-3을 보고 이온교환반응이 일어날수 있는가를 판단할수 있다.

염은 다른 물질들과 반응한다. 어떤 물질들과 반응하는가?

① 염의 조성에 들어있는 금속보다 활성이 큰 금속과 치환반응을 한다.



금속의 활성비교

① 시험관에 류산동용액을 3mL정도 넣고 여기에 녹이 없는 쇠못을 넣는다. 얼마 지나서 쇠못겉면에 어떤 변화가 생겼는가를 본다.

② 시험관에 질산은용액을 3mL정도 넣고 여기에 녹이 없는 동선을 넣는다. 얼마 지나서 동선겉면에 어떤 변화가 생겼는가를 본다.

③ 시험관에 류산철(Ⅱ)용액을 3mL정도 넣고 여기에 녹이 없는 동선을 넣는다. 얼마 지나서 동선겉면에 어떤 변화가 생겼는가를 본다.

류산동용액에 쇠못을 넣으면 치환반응이 일어나 쇠못겉면에 붉은색의 동이 생긴다.

$$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$$

이 반응은 동보다 철의 활성이 크기때문에 일어난다.

질산은용액에 동선을 넣으면 치환반응이 일어나 동선겉면에 검은색의 은이 생긴다.

$$2AgNO_3 + Cu = Cu(NO_3)_2 + 2Ag$$

※ 은(Ag)의 색갈은 은알갱이가 클 때는 흰색이지만 알갱이가 매우 작을 때는 검은색이다.

이 반응은 은보다 동의 활성이 크기때문에 일어났다.

류산철(Ⅱ)용액에 동선을 넣은 시험관에서는 치환반응이 일어나지 않는다. 이것은 철보다 동의 활성이 작기때문이다.

따라서 철, 동, 은가운데서 활성이 제일 큰것은 철이고 제일 작은것은 은이다.

$$Fe > Cu > Ag$$

금속들을 활성이 큰것부터 작아지는 차례로 배렬한것을 **금속의 활성차례**라고 부른다.

K, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, H_2, Cu, Hg, Ag, Au

금속의 활성차례에서 H_2보다 앞에 놓여있는 금속들은 산과 치환반응을 한다.

② 염은 이온교환반응이 일어나는 경우에 산과 반응하여 새로운 염과 새로운 산을 만든다.

례: $2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$

$2H^+ + 2Cl^- = 2HCl\uparrow$

③ 염은 이온교환반응이 일어나는 경우에 염기와 반응하여 새로운 염과 새로운 염기를 만든다.

례: $CuSO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + Cu(OH)_2\downarrow$

$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$

④ 염은 이온교환반응이 일어나는 경우에 다른 염과 반응하여 새로운 2가지 염을 만든다.

례: $Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$

참 고 사람의 이발과 나노재료

사람의 이발은 수산화린산칼시움으로 이루어졌다.

수산화린산칼시움을 합성하려면 1 000℃이상의 높은 온도가 요구되는데 일정한 방향으로 배렬된 나노구조를 얻어내기가 힘들다. 그런데 사람들은 아주 낮은 온도조건에서 일정한 방향으로 놓인 치밀한 나노구조의 이발을 합성하고 자래우고있다. 이처럼 나노재료는 이미 자연계에 존재하고있다. 이밖에도 천체의 운석파편, 꿀벌의 복부에 있는 자성나노립자, 바다거부기의 머리부위에 있는 자성나노립자 등도 자연계에서 볼수 있다.

문 제

1. 질산알루미니움과 류산철(Ⅲ)의 화학식을 써보아라.

2. 전해질들인 산, 염기, 염의 조성을 비교하고 다른 점을 말하여라.

3. 배우지 않은 염과 금속과의 치환반응의 실례를 3가지 들고 그것을 화학방정식으로 써보아라.

4. 배우지 않은 염과 염과의 이온교환반응의 실례를 3가지 들고 그것을 화학방정식과 이온방정식으로 써보아라.

5. 염화바리움 $BaCl_2$을 만들수 있는 화학반응을 3가지 들고 그것을 화학방정식으로 쓴 다음 어느 반응으로 만드는것이 가장 합리적이겠는가를 말하여라.

6. 류산동용액에 철판을 잠그었더니 그것의 질량이 1.2g 커졌다. 석출된 동의 질량은 몇g인가? (**답** 9.6g)

7. 금속 B는 묽은 류산과 반응하고 금속 A와 C는 반응하지 않는다. 금속 C의 질산염에 금속 A를 넣었더니 A의 겉면에 금속 C가 나와 붙었다. 금속 A, B, C의 활성차례는 어떠한가?

제4절. 염화나트리움

염화나트리움은 염산염의 대표적인 물질이다.

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《소금은 사람들의 생활에서 없어서는 안될 매우 중요한 기초식품입니다. 사람이 소금을 먹지 않고서는 살아갈수 없습니다. 소금은 사람들의 생활에서 없어서는 안될 기초식품일뿐아니라 화학공업을 비롯한 인민경제 여러 부문에서 널리 쓰이는 중요한 원료입니다. 소금은 화학공업의 기초의 기초라고 말할수 있습니다.》

소금은 중요한 기초식품이며 화학공업의 중요한 원료이다.

소금은 염화나트리움을 주성분으로 하여 염화마그네시움, 류산마그네시움, 류산칼시움, 염화칼리움으로 이루어진 염이다.

사람은 하루에 10g정도의 소금을 먹어야 한다. 사람이 소금을 먹지 못하면 정상적인 활동을 할수 없다.

소금은 가성소다나 탄산소다, 염산과 같은 기초화학물질을 생산하는 원료로 쓰이며 물고기절임과 남새절임 그리고 간장, 된장을

비롯한 기초식품생산에도 많이 쓰인다.(그림 3-2)

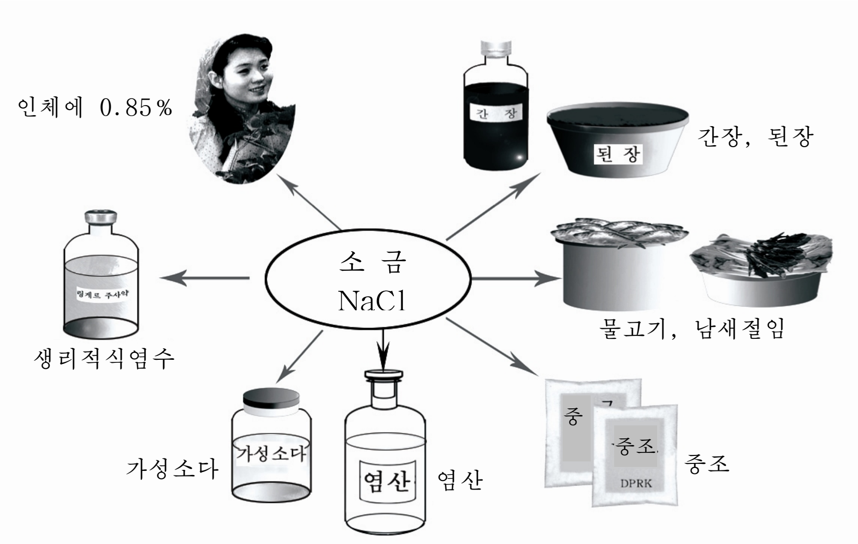


그림 3-2. 소금의 리용

소금은 어떤 방법으로 얻는가.

바다는 소금을 얻어내는 기본원천이다. 바다물에는 소금이 2.7%정도 들어있다.

우리 나라는 세면이 바다로 둘러싸여있으므로 소금자원이 풍부하다.

바다물을 소금밭에 끌어들여 해빛과 바람으로 물을 증발시키는 방법으로 소금을 얻는다. 이 방법을 **볕소금법**이라고 부른다.

소금은 바다물을 처리하여 공업적방법으로도 얻는다. 이 방법은 날씨에 관계없이 생산을 할수 있어서 좋다.

소금은 땅속에서 캐내기도 한다. 땅속에서 캐낸 소금을 **돌소금**이라고 부른다.

염화나트리움은 어떤 성질을 가지고있는가.

염화나트리움 은 나트리움이온과 염소이온으로 이루어진 결정으로서 800℃에서 녹으며 물에 잘 용해되는 전해질이다.

20℃에서 용해도는 35.9g/(100g・물)이다.

순수한 소금(정제소금)은 습기를 빨아들이지 않지만 막소금은 습기를 잘 빨아들여 눅눅해지거나 녹아내린다. 그것은 막소금에 습기를 잘 빨아들이는 염화마그네시움(서슬)이 섞여있기때문이다.

? 조해현상이란 무엇인가?

참 고 막소금에서 서슬뽑기

막소금에는 서슬이 섞여있어서 습기를 빨아들이기도 하고 또 쓴맛이 난다. 그러므로 막소금을 리용할 때는 서슬을 뽑아버려야 한다.

서슬은 소금보다 용해도가 크며 누기빨성이 세다.

그러므로 막소금을 물에 씻어내거나 물에 적신 막소금을 자루에 넣어서 매달아놓는 방법으로 서슬을 뽑아버릴수 있다.

염화나트리움은 다른 물질들과 이온교환반응을 한다.

① 염화나트리움은 류산과 이온교환반응을 한다. 이때 염화수소기체가 생긴다.

례: $2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$

이 반응은 실험실에서 염화수소기체를 만드는데 리용된다.

② 염화나트리움용액은 질산은과 이온교환반응을 한다. 이때 염화은의 흰 침전물이 생긴다.

례: $NaCl + AgNO_3 = NaNO_3 + AgCl\downarrow$

이 반응의 이온방정식은 다음과 같다.

$$Cl^- + Ag^+ = AgCl\downarrow$$

염화은침전물은 물에는 물론 산에도 용해되지 않는다.

그래서 이 반응은 염소이온이 들어있는 화합물(염산과 염산염)을 알아내는데 리용한다.

정해진 이온을 알아내는데 쓰이는 화학반응을 **검출반응**이라고 부르며 거기에 쓰이는 시약을 **검출시약**이라고 부른다.

질산은 $AgNO_3$은 염소이온을 알아내는 검출시약이다.

염화나트리움은 금속들과 치환반응을 하지 않는다. 그것은 나트리움의 활성이 크기때문이다.

※ NaCl과 같은 염산염들(KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$ 등)을 **염화물**이라고도 부른다. 그것은 그 조성이 모두 염소와 다른 한가지 금속원소만으로 이루어졌기때문이다.

문 제

1. 막소금을 재결정화하는 방법으로 정제소금을 생산할수 있는가?

2. KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, HCl용액이 제가끔 들어있는 시험관에 $AgNO_3$용액을 몇방울씩 넣었다.

ㄱ) 이온교환반응이 일어나겠는가?

ㄴ) 매 시험관에서 일어난 반응의 화학방정식을 써보아라.

ㄷ) 매 반응의 이온방정식은 무엇인가?

3. 20℃에서 물 150g에 소금 10g을 용해시켰다.

ㄱ) 소금용액의 %농도는 얼마인가?

ㄴ) 포화용액으로 만들자면 소금을 몇g이나 더 용해시켜야 하는가?

(**답**. 6.25%, 43.85g)

4. 생리적식염수는 0.85% 소금용액이다. 이 용액 5kg을 만들려면 정제소금과 증류수가 각각 몇g씩 필요한가? 그리고 이만한 량의 정제소금을 얻으려면 불순물이 8% 들어있는 막소금은 얼마나 있어야 하는가?(정제소금생산과정에 소금의 5%는 잃어진다고 보고 계산하여라.)

(**답**. 42.5g, 4 957.5g, 48.6g)

제5절. 류산동

류산동은 류산염의 대표적인 물질이다.

류산동은 흰색의 가루이며 물에 잘 용해되는 전해질이다.

흔히 보는 류산동결정은 푸른색이며 그것의 화학식은 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$이다.

류산동결정이 푸른색을 띤다고 하여 청반이라고도 부른다.

Ⓘ 류산동과 청반의 몰질량은 각각 얼마씩인가?

청반에 열을 주면 물분자들이 떨어져나가고 흰색의 류산동이 얻어진다.

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \xlongequal{\text{열}} CuSO_4 + 5H_2O$$

흰색의 류산동을 물이 없다는 뜻에서 **무수류산동**이라고도 부른다.

무수류산동은 공기속의 습기를 잘 빨아들인다. 이 성질에 기초

하여 무수류산동은 건조제로 쓰인다.

류산동은 독성이 있으므로 살균제로 쓰인다. 류산동용액과 소석회를 섞어서 만든 보르도액은 좋은 살균제이다.

참고 보르도액의 리용

보르도액은 1886년에 프랑스의 보르도대학교수인 미라레이에 의하여 발견된 류산동과 소석회의 혼합용액이다.

(류산동:소석회:물=1.6:1.1:100)

보르도액은 파일, 남새, 감자생산에서 살균제로 널리 쓰인다.

류산동은 동보다 활성이 큰 금속들과 치환반응을 한다.

례: $CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$

$CuSO_4 + Sn = SnSO_4 + Cu$

류산동은 염기와 이온교환반응을 한다.

실험 류산동과 수산화나트리움과의 반응

시험관에 류산동용액을 2mL 넣고 거기에 묽은 수산화나트리움용액을 스포이드로 방울방울 떨구어넣는다. 어떤 색의 침전물이 생기는가를 본다.

류산동은 수산화나트리움과 반응하며 이때 푸른색침전물인 $Cu(OH)_2$이 생긴다.

$$CuSO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + Cu(OH)_2\downarrow$$

실험 류산동과 염화바리움과의 반응

시험관에 류산동용액을 2~3mL정도 넣고 거기에 염화바리움용액을 조금 넣는다. 어떤 색의 침전물이 생기는가를 본다.

류산동은 다른 염과 이온교환반응을 한다.

류산동은 염화바리움과 반응하여 흰 침전물인 류산바리움을 만든다.

$$CuSO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + CuCl_2$$

류산바리움침전물은 물에는 물론 산에도 용해되지 않는다.

다른 류산염들도 염화바리움과 반응하여 류산바리움침전물을 만든다.

이 반응들의 이온방정식은 다음과 같다.

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$$

이 반응은 류산이온(류산과 류산염)을 알아내는 검출반응이며 바리움이온(Ba^{2+}을 가진 화합물)은 검출시약이다. 검출시약으로는 $BaCl_2$만이 아니라 $Ba(NO_3)_2$과 $Ba(OH)_2$도 쓸수 있다.

류산염에는 2가지 류산염이 섞여있는 복염도 있다.

례를 들어 알루미니움명반은 $Al_2(SO_4)_3$과 K_2SO_4의 복염이며 광석으로 나오는 회망초는 Na_2SO_4과 $CaSO_4$의 복염이다.

참고 회망초($Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$)

회망초는 우리 나라에 많이 매장되여있는 귀중한 광물이다.

회망초를 화학적으로 처리하면 여러가지 제품이 얻어진다.

회망초를 가루내여 물에 넣으면 Na_2SO_4은 용해되고 용해도가 작은 $CaSO_4$은 그냥 고체로 남는다. 용해되지 않은 $CaSO_4$을 갈라낸것이 석고이다.

Na_2SO_4용액에 CO_2과 NH_3을 반응시키면 $NaHCO_3$과 $(NH_4)_2SO_4$이 생긴다. 이때 용해도가 작은 $NaHCO_3$이 먼저 석출된다.

$NaHCO_3$을 열분해시켜 Na_2CO_3을 얻는다. 한편 Na_2SO_4용액을 전기분해시켜 가성소다와 류산을 얻는다. 그리고 탄산수소나트리움을 갈라낸 나머지 용액을 랭각시키면 $(NH_4)_2SO_4$ 즉 류안이 얻어진다.

이렇게 회망초를 화학적으로 처리하여 석고, 탄산소다, 가성소다, 류산, 류안비료를 만든다.

문 제

1. 무수류산동과 청반의 조성과 성질에서 같은 점과 다른 점은 무엇인가?
2. 청반을 가지고 알콜에 조금 섞여있는 물을 없애려고 한다. 어떻게 하면 되는가?

3. 보르도액을 만들 류산동용액을 아연이나 철로 만든 그릇에 넣어 두어서는 안된다. 그 리유를 설명하여라.

4. 이온방정식이 $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4$ 으로 되는 반응은 ( )이다.

ㄱ) Na_2SO_4 과 $BaCl_2$

ㄴ) $NaNO_3$ 과 $BaCl_2$

ㄷ) $CuSO_4$ 과 $Ba(NO_3)_2$

ㄹ) K_2SO_4 과 $Ba(OH)_2$

ㅁ) K_2SO_4 과 $CaCl_2$

5. 2개의 시험관에 제가끔 류산동용액과 염화동용액이 들어있다. 어떻게 가려볼수 있는가?

6. 20℃에서 류산동의 용해도는 20g/(100g·물)이다. 이 온도에서 25g의 무수류산동을 110g의 물에 용해시켰다. 용해되지 않은것은 몇g이며 얻어진 용액의 %농도는 얼마인가?

(**답**. 3g, 16.66%)

제 6 절. 탄산나트리움

탄산나트리움은 탄산염의 대표적인 물질이다. 탄산나트리움을 탄산소다 혹은 더 간단히 소다라고 부른다.

탄산소다는 유리와 비누를 만드는데 많이 쓰인다.

탄산나트리움은 흰 가루상태의 물질이며 물에 잘 용해되는 전해질이다.

탄산나트리움결정의 화학식은 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 이다.

ⓘ 탄산나트리움과 탄산나트리움결정의 몰질량은 각각 얼마씩인가?

류산동결정이나 탄산나트리움결정처럼 용매인 물분자를 함께 가지고있는것을 **결정수화물**이라고 부르며 결정수화물에 들어있는 물을 **결정수**라고 부른다.

탄산나트리움결정을 마른 공기속에 놓아두면 점차 결정수가 떨어져나가고 흰 가루상태의 탄산나트리움으로 된다.

$$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O = Na_2CO_3 + 10H_2O$$

결정수화물이 공기속에서 저절로 결정수를 잃고 가루상태로 되

는 현상을 풍해라고 부른다.

ⓠ 조해와 풍해는 어떻게 다른가?

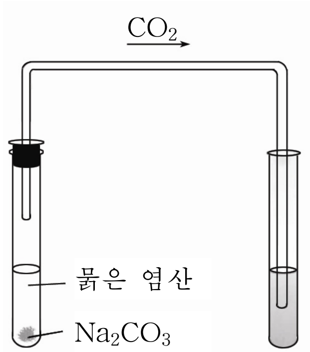
탄산나트리움은 어떤 물질들과 반응하는가.

① 탄산나트리움은 산과 이온교환반응을 한다.

실험 탄산나트리움과 염산용액과의 반응

① 시험관에 탄산나트리움결정을 조금 넣고 여기에 염산용액을 4mL정도 넣는다.

② 시험관에 기체유도관이 달린 고무마개를 막고 나오는 기체를 석회속으로 통과시키면서 어떤 변화가 일어나는가를 본다.



탄산나트리움에 염산을 반응시키면 탄산가스가 생긴다.

$$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$$

이 반응의 이온방정식은 다음과 같다.

$$CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2 + H_2O$$

생겨나오는 이산화탄소를 석회수에 통과시키면 반응하여 흰 침전물인 $CaCO_3$이 생긴다.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$$

이 반응은 이산화탄소를 확인하는데 쓰인다.

탄산나트리움만이 아니라 모든 탄산염들이 다 산과 반응하여 탄산가스를 내보낸다.

례: $$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

ⓠ 탄산칼시움과 염산과의 반응을 이온방정식으로 써보아라.

탄산염과 산과의 반응은 기체가 생기는 이온교환반응이며 이 반응은 탄산이온(탄산염)의 검출반응이다. 그리고 산(H^+)은 탄산이온의 검출시약이다.

② 탄산나트리움은 다른 염과 이온교환반응을 한다.

탄산나트리움이 염화칼시움과 반응하면 흰 침전물인 탄산칼시움이 생긴다.

$$Na_2CO_3 + CaCl_2 = CaCO_3\downarrow + 2NaCl$$

$$CO_3^{2-} + Ca^{2+} = CaCO_3\downarrow$$



탄산나트리움과 염화칼시움과의 반응

시험관에 탄산나트리움용액을 3mL정도 넣고 여기에 염화칼시움용액을 조금 부어넣는다. 어떤 현상이 일어나는가를 본다.

? Na_2CO_3 과 $Ca(NO_3)_2$ 과의 반응을 화학방정식과 이온방정식으로 나타내여라.

알카리금속을 제외한 탄산염, 탄산수소염들은 열분해된다.

례:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

$$MgCO_3 = MgO + CO_2$$

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$$

자연계에는 탄산염으로 된 광석이 많다. 우리 나라에서 많이 나는 석회석과 대리석은 주성분이 $CaCO_3$ 이며 마그네사이트는 주성분이 $MgCO_3$ 이다.

조개껍질과 닭알껍질의 주성분도 $CaCO_3$ 이다.

그리고 우리 나라에서 많이 나는 고회석($CaCO_3 \cdot MgCO_3$)의 주성분은 $CaCO_3$ 과 $MgCO_3$ 이다.



탄산염의 검출

① 자기가 사는 곳에서 석회석, 대리석, 고회석, 마그네사이트, 조개껍질, 닭알껍질을 수집하여라.

② 수집한 광석쪼각과 조개나 닭알껍질에 제가끔 식초를 작용시키면서 거품이 생기는가를 보아라.

거품이 생기는 원인을 생각하면서 탄산염검출반응의 이온방정식을 써보아라.

참 고 나노$CaCO_3$칠감

나노$CaCO_3$의 립자직경은 1～100㎚이다. 나노$CaCO_3$은 일반 $CaCO_3$이 가지지 못하는 특성을 가지고있으므로 칠감에 첨가하면 광택, 투명도, 건조성이 아주 좋은 새로운 칠감이 된다. 나노$CaCO_3$을 칠감에 첨가하면 인성과 굳기, 흘러퍼짐성, 윤기 등이 훨씬 높아진다.

문 제

1. 탄산나트리움은 왜 금속들과 치환반응을 하지 않는가?

2. 다음의 생활현실을 설명하여라.

ㄱ) 겨울김장을 할 때 양념한 배추와 무우를 차곡차곡 넣은 다음 누름돌을 석회석이나 대리석을 쓰면 좋다. 왜 그런가?

ㄴ) 김치의 신맛을 낮추려고 닭알껍질을 넣는다. 왜 그런가?

3. 실험실에서 이산화탄소를 만들려고 한다. 아래의 반응들가운데서 어느 방법이 가장 합리적인가?

ㄱ) 석회석과 류산과의 반응

ㄴ) 석회석과 염산과의 반응

ㄷ) 석회석의 열분해

ㄹ) 탄산소다와 염산과의 반응

4. 40℃에서 만든 탄산나트리움포화용액의 농도는 33.2%이고 0℃에서 만든 포화용액의 농도는 6.63%이다.

ㄱ) 40℃에서 탄산나트리움의 용해도는 얼마인가?

ㄴ) 40℃의 포화용액 100g을 0℃로 식혔을 때 생겨나오는 고체의 질량은 몇g인가?

(**답**. 49.7g/(100g・물), 28.45g)

5. 공장에서 만든 탄산소다에는 약간의 불순물이 섞여있다. 탄산소다 10.6g을 완전히 염산과 반응시켰더니 이산화탄소가 2.2L(표준조건) 생겼다. 이 탄산소다의 순도는 몇%인가?

(**답**. 98%)

제7절. 질산나트리움

질산나트리움은 질산염의 대표적인 물질이다.

질산나트리움은 색이 없는 결정이며 물에 잘 용해되는 전해질이다. 0℃에서의 용해도가 73g/(100g・물)이다.

(?) 질산나트리움은 왜 금속과의 치환반응도 이온교환반응도 안하겠는가?

질산나트리움에 동과 짙은 류산용액을 작용시키면 밤색의 기체를 내보내면서 반응한다.



질산나트리움과 동 및 짙은 류산과의 반응

시험관에 질산나트리움가루를 조금 넣고 여기에 동쪼각과 짙은 류산용액을 넣는다. 어떤 변화가 일어나는가를 본다.

질산나트리움에 동과 짙은 류산용액을 반응시키면 먼저 동과 질산나트리움이 반응하여 생긴 질산동이 류산과 반응하여 류산동과 밤색기체인 이산화질소(NO_2)가 생겨나온다.

$$2NaNO_3 + Cu + 2H_2SO_4 = Na_2SO_4 + CuSO_4 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$$

(?) 이 반응의 이온방정식을 써보아라.

다른 질산염들도 이 반응을 일으킨다. 그러므로 이 반응은 (NO_3^-)질산염의 검출반응으로 리용된다.

질산나트리움은 높은 온도로 열을 주거나 세게 타격하면 분해된다. 이때 산소기체가 생긴다.



질산나트리움의 열분해반응

시험관에 질산나트리움가루를 조금 넣고 시험관집게로 잡은 다음 세게 가열한다. 질산나트리움이 녹아서 끓는것처럼 보일 때 꺼져가는 성냥가치를 넣어본다. 성냥가치의 불길이 살아나는가?

질산나트리움을 열분해하면 산소기체가 생긴다.

$$2NaNO_3 \overset{\text{열}}{=\!=} \underset{(\text{아질산나트리움})}{2NaNO_2} + O_2\uparrow$$

다른 질산염들도 열분해되여 산소기체를 내보낸다.
질산염의 이런 성질을 리용하여 흑색화약을 만든다.

참고 흑색화약과 최무선

흑색화약은 질산염(KNO_3이나 $NaNO_3$)에 류황(S)과 숯가루를 일정한 비률로 섞은 혼합물이다.

흑색화약에 불을 달면 다음과 같이 반응하면서 많은 기체물질들이 생겨 폭발한다.

$$2KNO_3 + S + 3C = K_2S + N_2 + 3CO_2$$

반응에서 생긴 기체인 CO_2과 N_2의 체적이 반응열에 의하여 2 000배나 불어나면서 폭발을 일으킨다.

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서 조직령도하신 항일무장투쟁시기 유격대원들이 자체로 만든 《연길폭탄》도 흑색화약을 가지고 만든것이다.

14세기 우리 나라의 애국자이며 과학자였던 최무선(1326－1395)은 왜적들의 침략으로부터 나라를 지켜낼 생각으로 20여년간의 고심어린 연구를 하여 화약의 주원료인 염초(KNO_3)를 만들어냈으며 거기에 류황과 탄소를 합리적인 비률로 섞어서 화약을 만들었다.

최무선은 자기가 만든 화약과 화약무기를 가지고 직접 여러차례나 왜적을 물리치는 전투에 참가하여 큰 공을 세웠다.

문제

1. 다음 물질들사이에 이온교환반응이 일어날수 있는가? 안된다면 그 원인은 무엇인가?

ㄱ) 질산나트리움용액과 염산용액

ㄴ) 질산나트리움용액과 수산화칼시움용액(석회수)

ㄷ) 질산나트리움용액과 염화바리움용액

2. 이름표가 없는 4개의 시약병에 $NaCl$, Na_2SO_4, Na_2CO_3, $NaNO_3$이 들어있다. 어떤 화학반응으로 가려볼수 있는가?

3. 다음 반응의 화학방정식을 써라.

ㄱ) KNO_3의 열분해반응

ㄴ) KNO_3과 동 및 질은 류산용액과의 반응

4. 20% 질산동용액을 만들려고 한다. 물 500g에 용해시켜야 할 질산동결정 $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$은 몇g인가?

(**답.** 173.35g)

5. 질산나트리움 $NaNO_3$의 용해도는 20℃에서 88g/(100g・물), 80℃에서 148g/(100g・물)이다. 80℃의 $NaNO_3$포화용액 60g을 식혀서 20℃로 하였을 때 나오는 결정은 몇g인가?

(**답.** 14.52g)

제8절. 경수와 연수

물의 종류에는 경수(센물)와 연수(연한물)가 있다.

경수에서는 비누거품이 잘 일지 않고 빨래도 깨끗이 되지 않으며 연수에서는 비누거품이 잘 일며 빨래가 깨끗이 된다.

왜 그런가? 그것은 물에 용해되여있는 칼시움염과 마그네시움염의 량에 관계된다.

칼시움이온(Ca^{2+})과 마그네시움이온(Mg^{2+})이 많이 포함되여있는 물이 경수이고 적게 포함되여있는 물이 연수이다.

경수와 연수에는 Ca^{2+}과 Mg^{2+}이 탄산수소염이나 류산염형태로 들어있다.

ⓘ 왜 비물에서는 비누거품이 잘 일며 빨래가 잘되는가?

경수의 나쁜 점

경수는 여러가지 나쁜 점이 있다. 경수를 증기보이라에 쓰면 관에 물때가 생겨 석탄이 랑비된다. 물때가 1mm정도만 생겨도 석탄이 5%나 랑비된다.

화학공업에서는 경수를 쓰면 화학제품들의 질이 나빠지며 방직공업에서는 염색이 잘 안되고 세척도 잘 안된다.

그리고 경수에서 빨래를 하면 비누거품이 일지 않아 빨래가 잘 안되고 비누의 랑비도 많다.

그러므로 경수를 연수로 만들어야 한다. 이것을 경수의 연화라고 부른다.

경수의 연화

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《보이라관에 물때가 끼지 않도록 물을 연화해서 쓰며 물때를 씻어내기 위한 대책도 세워야 합니다.》

경수의 연화방법에는 여러가지가 있다.

가장 간단한 방법은 경수를 끓이는것이다. 경수를 끓이면 탄산수소염들인 $Ca(HCO_3)_2$이나 $Mg(HCO_3)_2$이 열분해되여 Ca^{2+}과

Mg^{2+}이온이 탄산염으로 침전된다.

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

그리고 화학적방법으로 소석회나 탄산나트리움을 작용시켜 경수를 연화하기도 한다.

소석회 $Ca(OH)_2$은 경수에 들어있는 탄산수소염과 반응하여 Ca^{2+}과 Mg^{2+}을 탄산염으로 만들어 침전시킨다.

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 = 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

탄산소다 Na_2CO_3은 경수에 들어있는 류산염과 반응하여 Ca^{2+}과 Mg^{2+}을 탄산염으로 만들어 침전시킨다.

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 = MgCO_3\downarrow + Na_2SO_4$$

? 경수에 들어있는 $CaSO_4$과 Na_2CO_3과의 반응을 화학방정식으로 써보아라.

또한 이온교환수지를 리용하여 경수를 연화하기도 한다.(이온교환법)

이온교환수지는 경수에 들어있는 Ca^{2+}과 Mg^{2+}을 빨아들이고 그대신 양이온인 H^+과 Na^+을 내놓는다.

이렇게 경수의 연화방법들은 경수에 들어있는 Ca^{2+}과 Mg^{2+}이온을 없애기 위한것들이다.

문 제

1. 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 보이라에 경수를 쓸 때 보이라관에 물때가 생기는 원인은 무엇인가?

ㄴ) 보이라관에 낀 물때는 어떤 물질인가?

ㄷ) 보이라관에 낀 물때를 없애자면 어떻게 하면 되겠는가?

2. 다음 물질들사이에 이온교환반응이 일어나는것과 일어나지 않는 것을 가르고 그 원인을 설명하여라.

ㄱ) $Mg(HCO_3)_2$과 Na_2CO_3

ㄴ) $MgSO_4$과 $Ca(OH)_2$

ㄷ) $MgSO_4$과 Na_2CO_3

ㄹ) $CaSO_4$과 HCl

ㅁ) $Ca(HCO_3)_2$과 Na_2CO_3

3. 어떤 경수 1t속에 류산칼시움과 류산마그네시움이 50g씩 용해되여있다면 이 경수 100t을 연화하는데 필요한 탄산소다의 량은 얼마인가?

(**답**. 8 313g)

장종합

- 염
  - 염의 개념
    - 조성으로 보면 금속원소와 산기로 이루어진 화합물
    - 전해질해리로 보면 수용액에서 금속이온과 산이온으로 해리되는 화합물
  - 염의 분류
    - 금속의 종류에 따라 나트리움염, 칼리움염, 칼시움염,···
    - 산의 종류에 따라 염산염, 류산염, 탄산염,···
    - 수소염(산의 일부 수소가 있는것)
    - 수산염(수산기가 있는것)
  - 염의 화학식 세우기
    - 금속이온과 산이온의 이온가에 기초
  - 염의 이름
    - 뒤에서 앞으로 나가면서 부름
  - 염의 성질
    - 치환반응-보다 활성이 큰 금속과의 반응
    - 이온교환반응-산, 염기, 다른 염과의 반응
  - 염의 검출반응
    - 염산염(염화물)의 검출··· $Ag^{+} + Cl^{-} = AgCl\downarrow$
    - 류산염의 검출··· $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$
    - 탄산염의 검출··· $2H^{+} + CO_3^{2-} = CO_2\uparrow + H_2O$
    - 질산염의 검출· $2NO_3^{-} + Cu + 4H^{+} = Cu^{2+} + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$

복습문제

1. 염산용액에 수산화나트리움용액을 조금씩 넣어 중화반응을 일으키면서 관찰한 결과는 다음과 같다.

① 리트머스지를 잠그어보니 붉은색으로 변화되였다.

② 리트머스지를 잠그어보니 보라색으로 변화되고 페놀프탈레인용액을 한두방울 넣어보니 변화가 없었다.

③ 리트머스지를 잠그어보니 푸른색으로 변화되고 페놀프탈레인용액을 한두방울 넣어보니 분홍색으로 변화되였다.

관찰한 결과에 기초하여 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 일어난 중화반응의 이온방정식을 세워라.

ㄴ) 관찰한 결과 ①은 어떤 경우이며 중화반응을 하고 남은 물질이 무엇인가?

ㄷ) 관찰한 결과 ②는 어떤 경우이며 중화반응을 하고 남아있는 물질이 있는가?

ㄹ) 관찰한 결과 ③은 어떤 경우이며 중화반응을 하고 남은 물질이 무엇인가?

2. 그림 3-3과 같은 장치에서 수산화나트리움용액과 류산용액의 중화반응실험을 하였다. 비커에 들어있는 수산화나트리움용액에 류산용액을 방울방울 떨구어넣었더니 처음에는 밝던 불빛이 점점 어두워지다가 꺼지며 그다음에는 다시 점점 밝아졌다.

ㄱ) 일어난 중화반응의 이온방정식을 세워라.

ㄴ) 불빛이 점점 어두워지는 원인은 무엇인가?

ㄷ) 불빛이 꺼지는 원인은 무엇인가?

ㄹ) 불빛이 다시 밝아지는 원인은 무엇인가?

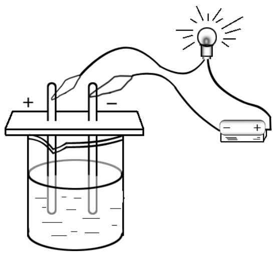


그림 3-3

3. 아래와 같은 실험을 하였다.

① $BaCl_2$용액이 들어있는 시험관에 Na_2SO_4용액을 반응시켰다. 생긴 침전물을 려과하였다.

② 실험 ①에서 얻은 려액에 다시 Na_2SO_4용액을 넣었더니 침전물이 생기지 않았다.

③ 실험 ②에서 얻은 용액에 $AgNO_3$용액을 반응시켰다. 생긴 흰 침전물을 려과하였다.

④ 실험 ③에서 얻은 려액에 다시 $AgNO_3$용액을 반응시켰더니 또 흰 침전물이 생겼다.

ㄱ) 침전물이 생기면서 일어난 이온교환반응들의 이온방정식을

세워라.

ㄴ) 실험 ②에서 얻은 용액에는 어떤 이온들이 들어있겠는가?

ㄷ) 실험 ③에서 얻은 려액에는 어떤 이온들이 들어있겠는가?

4. 3가지 맑은 용액 A, B, C가 있다. 이것들은 HCl, $BaCl_2$, $AgNO_3$용액이다. 이 용액들을 가려보기 위하여 진행한 실험결과는 다음과 같다.

ㄱ) A와 B가 반응하여 흰 침전물이 생겼다.

ㄴ) A와 C는 반응하지 않는다.

ㄷ) B와 C는 반응하며 흰 침전물이 생겼다.

ㄹ) A는 묽은 류산용액과 반응하지 않지만 C는 반응하며 흰 침전물이 생겼다. A, B, C는 각각 어느 물질인가?

5. Mg, Al, Zn, Fe이 각각 1g씩 있다. 이 금속들에 제각기 충분한 량의 묽은 류산용액을 반응시켰다. 생겨나오는 수소기체의 량을 비교한 아래의 판단에서 옳은것을 선택하고 그 리유를 설명하여라.

ㄱ) Mg > Al > Zn > Fe

ㄴ) Al > Zn > Fe > Mg

ㄷ) Zn > Fe > Mg > Al

ㄹ) Fe > Mg > Zn > Al

ㅁ) Al > Mg > Fe > Zn

6. 한가지 시약만을 리용하여 $AgNO_3$, $BaCl_2$, K_2CO_3용액을 가려내려고 한다. 아래의 시약들가운데서 어느것을 리용하면 되는가? 그 리유를 설명하여라.

H_2SO_4, NaCl, NaOH, HCl

7. 이온방정식 $Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$로 되는 화학반응의 실례를 3가지 들고 그것의 화학방정식을 써보아라.

8. 질산은용액에 질량이 8g인 동판을 잠그었다. 은이 완전히 석출된 다음 동판의 질량이 10% 커졌다면 용액에 들어있는 석출된 은의 질량은 몇g이였는가? (**답.** 1.13g)

9. $CuSO_4$을 만들수 있는 화학반응을 3가지 들고 그 반응의 화학방정식을 써보아라.

10. 탄산소다결정($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$) 50g과 완전히 반응하는데 5.4% 류산용액(ρ=1.03g/cm^3)이 몇mL 필요한가? (**답.** 308mL)

제4장. 산화물

산화물은 무기화합물의 한 종류이다. 앞에서 학습한 산, 염기, 염과 같이 산화물도 전해질이다.

산화물에는 자연계에서와 우리 생활에서 쓸모있는것들이 많다. 건설재료로 쓰이는 모래의 기본성분은 산화물이며 생석회와 마그네샤크링카도 산화물이다.

그리고 사이다를 비롯한 청량음료에 들어있는 이산화탄소도 산화물이다.

제1절. 산화칼시움(생석회)

산화칼시움의 화학식은 CaO이다.

산화칼시움은 녹음점이 2 572℃인 흰 고체물질이며 물에 적게 용해되고 그자체는 수용액에서 해리되지 않는다.

산화칼시움은 어떤 화학성질을 가지는가.

산화칼시움은 물과 반응할 때 많은 열을 내며 이때 염기인 수산화칼시움 $Ca(OH)_2$이 생기므로 페놀프탈레인용액을 분홍색으로 변화시킨다.

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

ⓘ 이 반응은 화합반응인가 분해반응인가?

산화칼시움은 산과 반응하여 염과 물을 만든다.

$$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$$

ⓘ 이 반응은 이온교환반응인가 아닌가? 이 반응을 이온방정식으로 나타내여라.

산화칼시움은 일부 비금속산화물과도 반응한다.

례를 들어 산화칼시움은 높은 온도에서 이산화규소와 직접 화합하여 규산칼시움($CaSiO_3$)을 만든다.

$$CaO + SiO_2 \xlongequal{열} CaSiO_3$$

이 반응은 금속을 생산하는 공장들에서 광석에 섞여있는 혼입물인 모래(SiO_2)를 녹여서 갈라내여 버리는데 쓰인다.

산화칼시움(생석회)은 공장들에서 석회석(주성분 $CaCO_3$)을 열분해시켜 만든다.

$$CaCO_3 \xlongequal{열} CaO + CO_2$$

생석회생산의 기본장치는 석회로이다. 석회로의 웃부분으로 석회석과 석탄을 엇바꾸어 넣고 불을 붙이면 석탄이 타면서 그 열에 의하여 석회석이 분해된다.(그림 4-1)

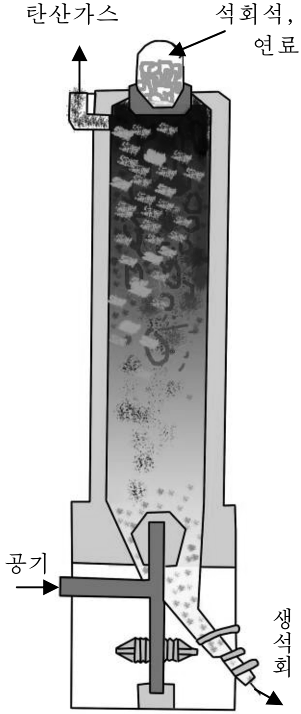


그림 4-1. 석회로

로에서 석회석이 잘 분해되도록 하기 위하여 석회석을 일정한 크기의 덩어리로 만들어 넣으며 밑에서 생겨 올라오는 뜨거운 기체상태의 이산화탄소에 의하여 미리 덥혀지게 한다.

이것은 로안의 높은 온도를 유지하는데서 중요하다.

로안에서 고체물질과 기체물질이 서로 마주 흐르는것을 역류(마주흐름)라고 부른다.

우리 나라에는 원료인 석회석이 각곳에 많이 매장되여있으므로 곳곳에서 생석회를 생산하고있다.

생석회는 쓰이는데가 많다. 카바이드와 소석회, 세멘트와 유리, 의약품 등을 만드는 원료로 쓰이며 농촌에서는 산성토양을 개량하는데 널리 쓰인다.

참고

부식토를 만들 때 회가루를 조금 섞으면 좋다

부식토는 유기질비료의 하나이다. 부식토를 잘 만들자면 미생물들이 잘 살도록 공기가 잘 통하는 조건에서 습도는 60%정도, 온도는 40~50℃정도를 보장해주어야 한다.

부식토를 만들 때 회가루를 조금 섞어넣으면 거기에 들어있던 생석회가 물과 반응하여 소석회로 변할 때 열이 나므로 미생물들이 살아가는데 적합한 온도가 보장되여서 좋다.

그리고 소석회는 유기물질들이 썩을 때 생겨나는 여러가지 유기산들과 반응하여 그것을 중화시켜버림으로써 유기산들에 의하여 미생물들이 피해를 받지 않도록 미리막아주어서 좋다.

이렇게 회가루는 질좋은 부식토가 만들어지게 한다.

문 제

1. 생석회를 물에 용해시킬 때 뜨거워지는 원인과 석회유에 피부가 트는 원인은 무엇인가?

2. 빈 칸에 알맞는 물질의 화학식을 써넣어서 화학방정식을 완성하여라.

ㄱ) $CaO + \square = Ca(NO_3)_2 + \square$

ㄴ) $CaO + \square = CaSO_4 + \square$

3. 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내여라.

$$CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2$$

4. $CaCO_3$이 90% 들어있는 석회석 1t으로부터 산화칼시움을 몇kg이나 만들수 있는가? 이때 나오는 탄산가스의 체적은 표준조건에서 몇m^3이겠는가? (**답**. 504kg, 201.6m^3)

5. 어느 한 농장에서는 산성토양을 개량하기 위하여 수산화칼시움이 90% 포함된 소석회를 정보당 700kg씩 쳤다. 이것으로 토양속의 산(류산이라고 보고)을 얼마나 중화시킬수 있는가?

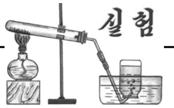
(**답**. 약 834kg)

제2절. 산화마그네시움

ⓘ 산화마그네시움의 화학식을 세우고 화학식량과 몰질량을 구하여라.

산화마그네시움 MgO는 녹음점이 높은(2 800℃이상) 흰 고체물질이며 물에는 적게 용해되고 수용액에서 그자체는 해리되지 않는다.

산화마그네시움은 어떤 화학성질을 가지는가.

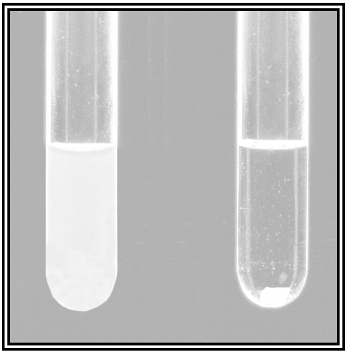


산화마그네시움과 물 및 염산과의 반응

① 2개의 시험관에 각각 산화마그네시움가루를 조금씩 넣는다.

② 첫째 시험관에는 물을 조금 넣고 뒤흔든 다음 페놀프탈레인용액을 몇방울 떨구고 색이 어떻게 변하는가를 본다.

③ 둘째 시험관에는 묽은 염산을 조금 넣고 뒤흔든 다음 어떤 현상이 일어나는가를 본다.



산화마그네시움은 물과 화합하여 염기인 수산화마그네시움 $Mg(OH)_2$을 만들므로 페놀프탈레인을 분홍색으로 변화시킨다.

ⓘ MgO와 H_2O와의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

산화마그네시움은 염산뿐아니라 류산, 질산과도 반응하여 염과 물을 만든다.

$$MgO + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2O$$

$$MgO + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + H_2O$$

산화마그네시움은 일부 비금속산화물과도 반응한다.

$$MgO + SO_2 = MgSO_3$$

산화마그네시움 MgO는 공장에서 마그네사이트(주성분은 $MgCO_3$)를 열분해시켜 만든다.

$$MgCO_3 \overset{\text{열}}{=\!=} MgO + CO_2$$

얼마나 높은 온도에서 열분해시킨것인가에 따라 얻은 MgO는 성질이 다르다.

마그네사이트를 1 000℃아래에서 열분해하여 얻은 MgO는 비금속산화물과 반응하지만 1 700℃이상에서 얻은 MgO는 비금속산화물과 반응하지 않으며 녹음점도 더 높다.

1 000℃이하에서 구워낸 MgO를 경소마그네샤라고 부른다. 그리고 1 700℃이상에서 구워낸 MgO를 마그네샤크링카라고 부르며 이것은 내화재료로 쓰인다.

참고 — 마그네사이트공업의 종합적기지

위대한 령도자 **김정일**원수님의 선군령도를 높이 받들고 강성대국건설에 떨쳐나선 우리의 과학자, 기술자들과 로동계급은 단천지구에 마그네사이트공업의 종합적기지를 일떠세웠다.

그리하여 우리의 자랑스러운 백금-마그네사이트광석을 리용하여 여러가지 질좋은 제품들을 만들어낼수 있게 되였다.

단천내화물공장에서는 용융전기분해법으로 고질마그네샤크링카를 생산하고있으며 이와 함께 두벌농사에서 큰 덕을 보게 될 류산마그네시움($MgSO_4$)비료와 건재인 스레트를 만들어내고있다.

한편 대흥경소마그네샤공장에서는 수십년동안이나 내버려서 쌓이고쌓였던 분광을 처리하여 질좋은 경소마그네샤를 생산하여 의약품, 흡착제, 종이생산, 비료, 마그네샤세멘트로 쓰고있다.

문 제

1. 경소마그네샤와 마그네샤크링카의 성질에서 다른 점은 무엇인가?

2. 다음 말에서 옳고그른것을 가르고 틀린것을 고쳐라.

ㄱ) 경소마그네샤와 마그네샤크링카는 조성이 다르기때문에 성질이 다르다.

ㄴ) 경소마그네샤와 마그네샤크링카의 성질이 다른것은 그

결정구조가 다르기때문이다.

ㄷ) MgO의 화학성질은 CaO의 화학성질과 다르다.

ㄹ) MgO와 CaO는 화학조성이 같다.

3. 고질마그네샤크링카에는 MgO가 99% 들어있다. 이 크링카 100kg을 만들려면 $MgCO_3$이 96% 들어있는 마그네사이트광석이 얼마나 있어야 하겠는가? (**답**. 216.6kg)

4. $MgCO_3$이 94% 들어있는 마그네사이트 1t을 분해하면 마그네샤크링카가 얼마나 얻어지겠는가? 광석에 들어있던 6%의 혼입물은 그대로 크링카에 옮겨간다고 보고 계산하여라.

(**답**. 507.6kg)

제3절. 염기성산화물

산화칼시움 CaO와 산화마그네시움 MgO의 화학성질에서 같은 점이 무엇인가.

화학성질에서 같은 점은 다같이 물과 화합하여 염기를 만들고 산과 반응하여 염과 물을 만드는것이다.

산과 반응하여 염과 물을 만드는 산화물을 염기성산화물이라고 부른다.

염기성산화물의 화학식은 원소들의 산화수에 기초하여 세운다.

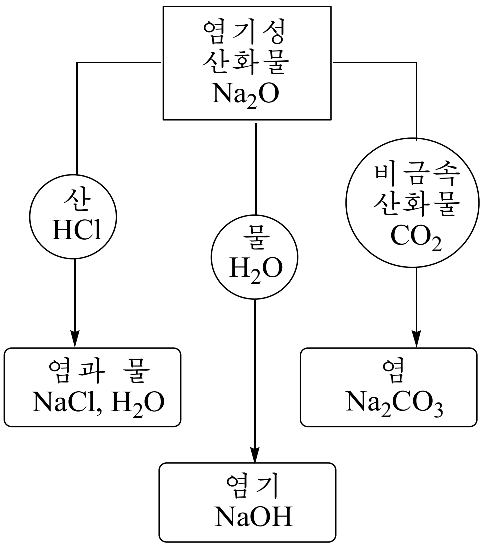


그림 4-2. 염기성산화물의 화학성질

ⓘ 철의 산화수가 +2, +3인 산화물의 화학식을 세워라.

염기성산화물들은 다음과 같은 화학성질을 가진다.

① 염기성산화물은 모두 산과 반응하여 염과 물을 만든다.

례: $Na_2O + 2HCl = 2NaCl + H_2O$

② 대부분의 염기성산화물은 물과 화합하여 염기를 만든다.

례: $Na_2O + H_2O = 2NaOH$

※ 염기성산화물들가운데는 CuO와 같이 물과 직접 화합하지 않는것도 있다.

③ 일부 염기성산화물은 비금속산화물과 화합하여 염을 만든다.

례: $Na_2O + CO_2 = Na_2CO_3$

ⓘ K_2O와 CO_2과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

염기성산화물들가운데는 비금속산화물과 직접 반응하지 않는것이 많다.

례를 들어 CaO, CuO, FeO 등은 CO_2과 직접 반응하지 않는다.

염기성산화물은 염기(알카리)와는 반응하지 않는다.

염기성산화물의 화학성질을 묶으면 그림 4-2와 같다.

염기성산화물은 여러가지 방법으로 만든다.

① 산소산염을 열분해시켜 만든다.

례: $CaCO_3 \overset{열}{=\!=} CaO + CO_2$

② 일부 염기를 열분해시켜 만든다.

례: $Cu(OH)_2 \overset{열}{=\!=} CuO + H_2O$

③ 금속과 산소를 화합시켜 만든다.

례: $2Mg + O_2 = 2MgO$

문 제

1. 염기성산화물의 례를 10가지 들고 그 화학식을 써보아라.

2. 염기성산화물인 BaO와 다음 물질들과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

류산, 물, 이산화류황

3. 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내여라.

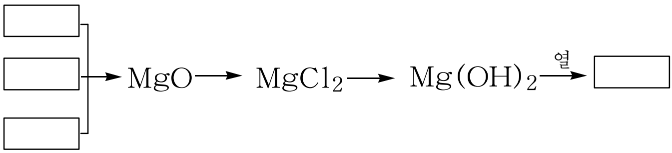
$Na \rightarrow Na_2O \rightarrow NaOH \rightarrow Na_2SO_4$

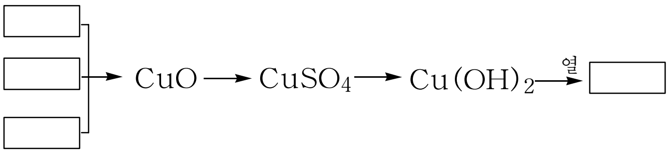
$Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3$

4. 다음 물질들가운데서 서로 반응하는것들을 골라 화학방정식으로 나타내여라.

산화칼리움, 산화마그네시움, 수산화칼시움, 류산, 물

5. 다음의 □안에 알맞는 물질의 화학식들을 써넣고 매개 반응을 화학방정식으로 나타내여라.





6. 산화나트리움 5g을 완전히 반응시키는데 10% 류산용액이 몇g 필요한가? (**답**. 79g)

제4절. 이산화류황과 삼산화류황

류황의 산화물에는 이산화류황과 삼산화류황이 있다.

이산화류황

류황의 산화수가 +4인 이산화류황의 화학식은 SO_2이다.

이산화류황은 자극성냄새가 나는 유독성기체이다. 흔히 아류산가스라고 부른다.

아류산가스는 화산이 터질 때 나오는 가스와 유색금속을 만드는 제련소들의 굴뚝에서 나오는 연기속에 섞여있다.

아류산가스는 공기중에서 류황을 태울 때 생긴다.

$$S + O_2 = SO_2$$

실험실에서는 아류산나트리움 Na_2SO_3에 70% 류산 H_2SO_4을 작용시켜 만든다.

이산화류황을 만들어 그 화학성질을 알아보자.

Na_2SO_3에 H_2SO_4을 넣고 열을 주면 아류산가스가 생긴다.

$$Na_2SO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + SO_2\uparrow$$

아류산가스는 물과 화합하여 아류산 H_2SO_3을 만든다.

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$

이 아류산에 의하여 푸른 리트머스지의 색이 붉은색으로 변한다.

아류산가스가 꽃의 붉은색을 없애버리는것은 그것이 색을 내는 물질을 환원시키기때문이다.

아류산가스는 가성소다용액에 흡수되여 염과 물을 만든다.

$$SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$$

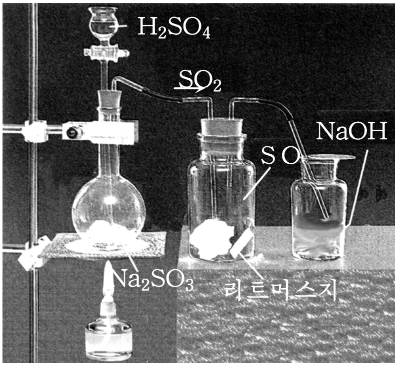
아류산가스는 염기성산화물과도 화합반응을 한다.

$$SO_2 + CaO = CaSO_3$$

공기중에 아류산가스가 0.01%이상 들어있으면 동식물이 살아가는데 큰 피해를 준다. 그러므로 공장굴뚝에서 나오는 아류산가스를 그냥 내버리면 안된다.

Ⓠ 어떤 반응을 리용하면 아류산가스를 잡을수 있는가?

실험 아류산나트리움과 짙은 류산과의 반응



① 그림과 같은 장치를 꾸미고 둥근밑플라스크에 들어있는 Na_2SO_3에 70% H_2SO_4용액을 조금씩 넣으면서 열을 준다.

② 나오는 기체를 물에 적신 푸른 리트머스지와 붉은 꽃이 들어있는 평밑플라스크에 보낸다. 색이 어떻게 변하는가를 본다.

③ 나머지 기체는 삼각플라스크에 들어있는 NaOH용액에 흡수시킨다.

아류산가스는 쓰이는데가 많다. 주로 류산과 아류산염을 만드는 원료로 많이 쓰이며 표백제와 살균제로 쓴다.

삼산화류황

류황의 산화수가 +6인 산화물이 삼산화류황이다.

(?) 삼산화류황의 화학식을 세우고 그것의 화학식량과 몰질량을 구하여라.

순수한 SO_3은 매우 녹기 쉬운 색없는 고체이다.

촉매가 있는데서 이산화류황에 산소를 작용시키면 SO_3이 얻어진다.

$$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$$

삼산화류황의 화학성질은 이산화류황과 비슷하다.

① SO_3은 H_2O와 세차게 화합하여 류산을 만든다.

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

이 반응은 류산생산에 리용된다.

삼산화류황 SO_3은 류산이 물을 잃은것이라는 의미에서 류산무수물이라고도 부른다.

② SO_3은 염기인 NaOH와 반응하여 염과 물을 만든다.

$$SO_3 + 2NaOH = Na_2SO_4 + H_2O$$

③ SO_3은 염기성산화물인 CaO와 반응한다.

$$SO_3 + CaO = CaSO_4$$

문 제

1. 다음의 물질들에서 류황의 산화수는 얼마인가?

H_2S, S, SO_2, SO_3, H_2SO_3, H_2SO_4

2. 다음 물질들가운데서 서로 반응하는것을 가려내고 그 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

SO_2, Na_2O, H_2O, $Ca(OH)_2$, KCl, H_2SO_4

3. 다음의 변화를 일으키는 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

$S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4$

4. SO_2과 SO_3이 10g씩 있다.

ㄱ) 몇mol씩인가?

ㄴ) 분자수는 몇개씩인가?

5. 아류산나트리움 12.6g에 짙은 류산을 넉넉히 작용시켰을 때 생기는 아류산가스는 0.1MPa에서 몇L이겠는가? (**답**. 2.24L)

제5절. 이산화탄소와 일산화탄소

탄소의 산화물에는 이산화탄소(탄산가스)와 일산화탄소가 있다.

이산화탄소(탄산가스)

탄소의 산화수가 +4인 이산화탄소의 화학식은 CO_2이다.

이산화탄소는 보통조건에서 대부분 색과 냄새가 없는 기체상태로 존재하는데 공기보다 무겁다.

Ⓘ 화학식량에 기초하여 탄산가스가 공기보다 몇배나 무거운가를 계산하여라.

CO_2은 물에 비교적 잘 용해된다. 그리고 CO_2을 0℃에서 3.43MPa로 압축하면 액체로 된다. 이것의 온도를 더 낮추어 얼구면 고체로 된다. 고체이산화탄소를 《고체탄산》 혹은 《마른얼음》이라고 부른다.

고체탄산은 쉽게 승화되여 기체로 된다.

실험실에서 CO_2은 탄산염에 염산을 작용시켜 만든다.

이산화탄소를 만들어 그 화학성질을 알아보자.

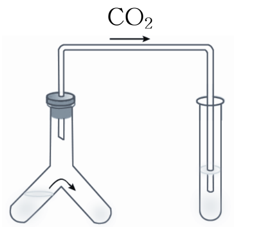
실험

이산화탄소의 만들기와 성질

① 두갈래시험관에서 대리석쪼각에 10% 염산을 작용시킨다. 어떤 현상이 일어나는가를 본다.

② 생긴 CO_2을 석회수 $Ca(OH)_2$용액에 통과시킨다. 어떤 현상이 일어나는가?

③ 초불이 켜있는 수조에 CO_2을 넣는다. 어떤 변화가 생기는가?





대리석$(CaCO_3)$에 염산을 작용시키면 CO_2이 생긴다.

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

이산화탄소는 염기인 $Ca(OH)_2$과 반응하여 염과 물을 만든다.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$$

이 반응은 탄산가스를 검출하는데 리용된다.

이산화탄소는 물질의 연소를 억제한다. 이 성질에 기초하여 CO_2은 소화기에 쓰인다.

새로 생긴 탄산칼시움이 들어있는 용액에 탄산가스를 불어넣으면 침전물이 풀린다.

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$$

이산화탄소가 물에 용해되면 그 일부가 물과 화합하여 탄산 H_2CO_3을 만든다.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

탄산은 약산이며 쉽게 분해된다.

이산화탄소가 용해되여있는 수용액을 탄산수라고 부른다.

탄산수에는 탄산도 들어있고 또 CO_2이 들어있어서 그 맛이 시고 시원하다.

이산화탄소는 쓰이는데가 많다. 화학공업에서 중조를 비롯한 여러가지 화학제품을 만드는 원료로 쓰이며 식료공업에서는 사이다, 탄산수, 맥주 등 청량음료생산에 쓰인다.

그리고 고체탄산은 랭동제로 쓰인다.

자연계의 공기속에 있는 CO_2은 식물의 빛합성에 쓰인다.

공기중에 CO_2이 너무 많으면 지구의 온난화현상을 일으킨다.

참고 지구의 온난화

지금 세계적으로 공기오염의 결과로 빚어지는 심각한 문제의 하나는 지구의 온난화이다.

지구의 온난화는 지구의 평균기온이 점차 높아지는 현상이다. 자료에 의하면 1950년대부터 1980년대사이에 지구의 평균기온은 0.5~1℃ 정도 높아졌다고 한다.

지구온난화의 기본원인은 공기속에 들어있는 CO_2의 량이 많아진데 있다.

세계적으로 각종 연료(석탄, 원유, 천연가스)의 소비량이 늘어나고 산림자원은 급속히 줄어든 결과 공기속에 이산화탄소가 많아지게 되였다.

공기속의 이산화탄소는 온실의 유리지붕처럼 지구에서 나오는 열이 밖으로 나가지 못하게 하는 작용을 한다. 이런 현상을 이산화탄소의 《온실효과》라고 부르는데 이것으로 하여 지구의 기온이 높아진다.

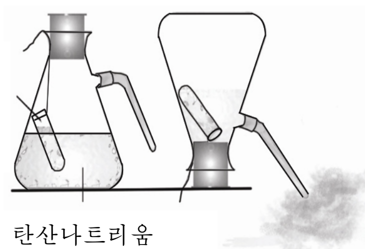
지구의 온난화는 이상기후현상을 일으키며 남극과 북극의 얼음산을 녹여서 바다물의 높이가 점차 높아지게 한다. 이것으로 하여 지구의 많은 땅이 물속에 잠겨버리게 된다.

탐구 소화기의 원리

그림을 보면서 소화기를 어떻게 만들어쓰면 되겠는가를 설명하여라.

① 질은 염산과 탄산나트리움이 반응하면 어떤 물질이 생겨나오는가?

② 질은 염산과 탄산나트리움대신에 다른 물질을 리용할수는 없겠는가?



일산화탄소

일산화탄소는 탄소의 산화수가 +2인 산화물이다.

? 일산화탄소의 화학식을 쓰고 몰질량을 계산하여라.

일산화탄소 CO는 색과 냄새가 없는 유독성기체이다. 공기보다 약간 가벼우며 물에 거의 용해되지 않는다. 일산화탄소의 화학성질은 이산화탄소와 전혀 다르다. CO는 염기와 반응하지 않으며 물과도 화합하지 않는다.

CO는 CO_2과 달리 불붙는다.

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

그러므로 CO는 기체연료로 쓰인다.

CO는 CO_2과 달리 환원제로서의 성질을 가진다.

CO는 금속산화물과 반응하여 산소를 떼내고 금속을 환원시킨다.

$$CuO + CO = Cu + CO_2$$

그러므로 CO는 야금공장들에서 환원제로 쓰인다.

제철소들에서는 철광석(Fe_2O_3)을 CO로 환원하여 철을 얻는다.

$$Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$$

공장에서는 석탄을 가스화하여 CO를 만든다. 빨갛게 단 석탄

층에 수증기(H_2O)를 작용시켜 만든다.

$$C + H_2O = CO + H_2$$

일산화탄소는 쓰이는데가 많다.

일산화탄소는 야금공업에서 환원제로 쓰이며 화학공업에서는 원료로 쓰인다. 탄소하나화학공업에서는 CO를 원료로 하여 메틸알콜을 비롯한 여러가지 제품을 만든다. 또한 CO는 기체연료로도 쓰인다.

주의

대기중에 수분이 많아져 기압이 낮아지면 석탄이 잘 연소되지 않으며 이때 CO가 많이 생긴다.

CO는 색과 냄새가 없어서 쉽게 알아낼수 없으므로 중독되지 않도록 특별히 주의해야 한다.

가스중독사고의 위험이 있을 때는 탄통의 바람구멍을 막고 방안의 공기갈이를 잘해야 한다.

참고 탄구멍우의 파란 불길

탄통의 바람구멍을 열어놓으면 탄구멍우에 파란 불길이 일어난다.

이것은 일산화탄소가 불타는것이다.

탄통의 밑부분에 들어있는 무연탄은 바람구멍으로 들어오는 산소에 의하여 완전히 연소되여 CO_2로 된다.

$$C + O_2 = CO_2$$

생긴 CO_2은 탄통의 우로 올라가면서 빨갛게 단 석탄층을 통과하게 된다. 이때 CO_2은 석탄과 반응하여 CO로 된다.

$$CO_2 + C = 2CO$$

생긴 CO는 탄구멍우로 나오면서 공기와 만나 연소된다.

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

이때의 불길이 파란색을 띤다.

발전 — 금나노촉매를 리용하여 인체내에 유해로운 CO를 CO_2로 변화시키는 기술개발

연구사들은 1nm크기의 금알갱이가 CO를 CO_2로 변화시키는 촉매작용을 한다는것을 밝혀냈다. 8～20개의 금원자로 이루어진 나노알갱이를 마그네샤우에 올려놓고 CO와 반응시키면 7℃에서 가장 활발하게 CO_2로 산화된다. 지금까지는 백금, 팔라디움 등의 촉매를 리용하여 수백도, 수백기압이상의 조건에서 CO를 변화시켰다. 금나노촉매를 쓰면 고온 및 고압설비가 필요없게 된다. 이와 같이 나노촉매는 환경정화에 리용할수 있다.

문 제

1. 다음 물질들사이에 반응할수 있는것을 가려내고 그 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

CO_2, CO, $Ba(OH)_2$, H_2O, Na_2O, CuO, O_2

2. 삼각플라스크에 CO_2이 가득차있다. 어떤 실험으로 이 기체가 CO_2이라는것을 알아낼수 있는가?

3. 다음과 같은 실험으로 이산화탄소를 만들수 있다. 그 반응의 실례를 들고 화학방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 탄산염의 열분해

ㄴ) 탄산염과 산과의 반응

ㄷ) 숯의 연소

4. 회칠을 한 벽이 점점 더 희여지고 굳게 말라붙는 원인은 무엇인가? 왜 회물에 소금을 섞으면 더 좋은가?

5. 산화철(Ⅲ)을 환원하여 철 1t을 얻는데 일산화탄소가 몇m^3(표준조건) 필요한가? (**답**. 601.6m^3)

6. CO_2과 CO의 화학성질에서 다른 점이 무엇인가?

제6절. 산성산화물

이산화류황과 이산화탄소의 화학조성과 화학성질에서 같은 점이 무엇인가.

화학조성에서 같은 점은 모두 한가지 비금속과 산소원소만으로 이루어진것이며 화학성질에서 같은 점은 모두 염기와 반응하여 염과 물을 만들며 물과 화합하여 산을 만드는것이다.

비금속원소와 산소원소로 이루어지고 염기와 반응하여 염과 물을 만드는 산화물을 **산성산화물**이라고 부른다.

산성산화물에는 대부분의 비금속원소의 산화물이 속한다.

일산화탄소 CO와 산화질소 NO는 산성산화물이 아니다. 그것은 이 산화물들이 염기와 반응하지 않기때문이다.

산성산화물의 화학식은 원소들의 산화수에 기초하여 세운다.

Ⓟ 산화수가 +4인 질소와 산화수가 +5인 린의 산화물의 화학식을 세워라.

산성산화물은 모두 다음과 같은 화학성질을 가진다.

① 산성산화물은 모두 염기(알카리)와 반응하여 염과 물을 만든다.

례: $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$

② 대부분의 산성산화물은 물과 화합하여 산을 만든다.

례: $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$

이 반응은 자연계의 공기속에서도 일어난다.

공기속에 섞여들어간 산성산화물들인 아류산가스와 탄산가스, 이산화질소(NO_2)는 비물과 화합하여 산을 만든다. 이때 비는 산성을 띠게 되는데 이런 비를 **산성비**라고 부른다.

* 산성비는 공기가 오염된 결과에 생기는 공해현상의 하나이며 그것에 의한 피해는 대단히 크다.

산성비가 내리면 토양을 산성화하고 산림을 파괴하며 건물의 지붕과 벽을 못쓰게 만들뿐만아니라 강과 호수의 물고기들도 살아갈수 없게 만든다.

③ 산성산화물은 일부 염기성산화물과 화합하여 염을 만든다.

례: $SO_2 + K_2O = K_2SO_3$

산성산화물과 염기성산화물사이에는 직접 화합하지 않는것이 많다.

산성산화물의 화학성질을 묶으면 그림 4-3과 같다.

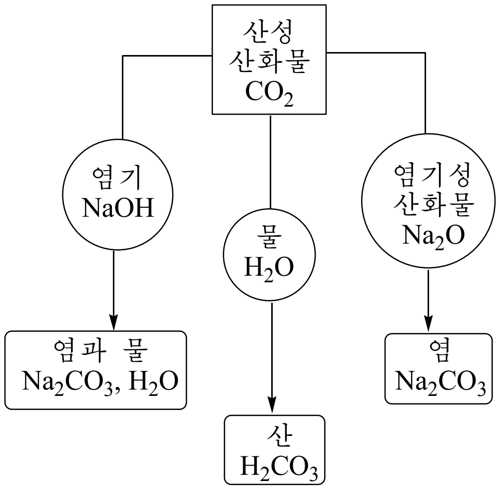


그림 4-3. 산성산화물의 화학성질

산성산화물은 여러가지 방법으로 만든다.

① 옥소산염을 열분해시켜 만든다.

례: $MgCO_3 \overset{열}{=} MgO + CO_2\uparrow$

② 옥소산염에 산을 작용시켜 만든다.

례: $Na_2SO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + SO_2\uparrow$

③ 비금속과 산소와의 화합반응으로 만든다.

례: $S + O_2 = SO_2$

④ 일부 옥소산을 열분해시켜 만든다.

례: $H_2SO_3 \overset{열}{=} H_2O + SO_2$

발전 나노SiO_2 복합칠감

일반 칠감들에 나노SiO_2을 첨가하여 새로운 나노칠감을 만들고있다.

나노SiO_2은 무정형의 흰색분말로서 겉면처리를 하여 나노립자의 겉면이 친수성과 친유성을 가지게 하면 나노재료를 보다 효과적으로 리용할수 있다. 일반적으로 칠감에 나노SiO_2을 0.1~1.0% 첨가하며 최고 5%를 초과하지 않는다.

건설용내장재 및 외장재칠감에 나노SiO_2을 첨가하면 트는 현상이 없고 시공이 헐하며 칠감의 분층을 막고 흐름성을 방지할수 있다.

또한 칠감의 오염방지성능을 크게 높일수 있고 자체의 세척성능과 부착력을 높일수 있다. 자동차, 차량과 선박에 리용되는 칠감에 나노SiO_2을 첨가하면 도포층의 광택도와 내로화성이 보통칠감보다 몇배 높아진다고 한다.

문 제

1. 다음의 산화물들가운데서 염기성산화물과 산성산화물을 가려내고 그 근거를 설명하여라.

K_2O, P_2O_5, Ag_2O, NO, CO_2, CuO, CO, N_2O_5, Fe_2O_3

2. 다음의 물질들가운데서 서로 반응하는것들을 가려내고 그 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

Na_2O, CO_2, NaOH, H_2SO_4, H_2O, CuO

3. 염기성산화물과 산성산화물의 화학조성과 화학성질에서 다른 점이 무엇인가를 설명하여라.

4. 산화동 3.92g과 완전히 반응하자면 밀도가 $1.07g/cm^3$인 10% 류산용액이 몇mL 있어야 하는가? (**답**. 45.1mL)

5. 수산화칼시움 7.4g이 들어있는 석회수에 이산화탄소가 39.2% 들어있는 기체혼합물 5L(표준조건)를 서서히 통과시켜 이산화탄소를 완전히 반응시켰다. 이때 생겨난 침전물의 질량은 몇g인가? (**답**. 8.75g)

제7절. 량성산화물

산화물가운데는 산과 반응하여도 염과 물을 만들고 염기(알카리)와 반응하여서도 염과 물을 만드는 산화물이 있다.

그런 산화물로는 산화아연 ZnO와 산화알루미니움 Al_2O_3을 들 수 있다.

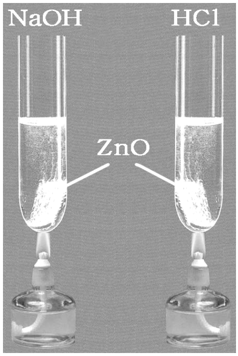


산화아연의 산 및 염기와의 반응

① 두개의 시험관에 각각 산화아연 가루를 조금씩 넣는다.

② 한 시험관에는 염산용액을 3mL 정도 넣고 열을 주면서 어떤 변화가 일어나는가를 본다.

③ 다른 시험관에는 짙은 가성소다 용액을 3mL정도 넣고 열을 주면서 어떤 변화가 일어나는가를 본다.



산화아연은 염산과 반응하여 염과 물을 만든다.

$$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$$

또한 산화아연은 가성소다와 반응하여 염과 물을 만든다.

$$ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$$

아연산나트리움

산과도 반응하고 염기와도 반응하여 염과 물을 만드는 산화물을 량성산화물이라고 부른다.

량성산화물인 Al_2O_3도 산 및 염기와 반응하여 염과 물을 만든다.

$$Al_2O_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2O$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$$

알루민산나트리움

이렇게 량성산화물은 산과 반응할 때는 염기성산화물의 성질을 나타내고 염기와 반응할 때는 산성산화물의 성질을 나타낸다.

량성산화물에는 이밖에도 이산화석 SnO_2, 오산화안티몬 Sb_2O_5, 이산화아연 PbO_2, 삼산화텔루르 TeO_3, 삼산화크롬 Cr_2O_3 등이 있다.

량성산화물가운데는 보통조건에서 산이나 염기와 직접 반응하지 않는것도 일부 있다.

참고 — 산화물의 량성

량성산화물이 산과 반응할 때 염기성을 나타내는것은 그것이 먼저 물과 화합하여 염기를 만들고 그 염기가 산과 중화반응을 하는것으로 생각할수 있다.

례: $ZnO + H_2O = Zn(OH)_2$

$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2H_2O$

그리고 량성산화물이 염기(알카리)와 반응할 때 산성을 나타내는것은 그것이 먼저 물과 화합하여 산을 만들고 그 산이 염기와 중화반응을 하는것으로 생각할수 있다.

례: $ZnO + H_2O = H_2ZnO_2$(아연산)

$H_2ZnO_2 + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + 2H_2O$

참고 — ZnO나노재료의 리용 - 화장품

화장품에 나노알갱이를 첨가하면 자외선을 차페하므로 해빛에 견디는 질좋은 화장품을 만들수 있다.

화장품에서 해빛막이 재료로는 나노 ZnO를 쓰고있다.

나노 ZnO는 독성이 없고 맛이 없으며 피부에 자극을 주지 않고 변질되지 않으며 열안정성이 매우 좋다.

또한 주름살을 펴게 하는 등 여러가지 보호기능을 가진다.

그리고 자외선에 의한 피부의 손상을 막으므로 균을 죽이며 냄새를 없앨수 있다.

문 제

1. 다음의 밑줄 그은 부분에 알맞는 말 또는 화학식을 써넣어라.
   Al_2O_3은 류산과도 반응하고 수산화칼시움용액과도 반응하여 _______을 만든다. 수산화칼시움과의 반응에서 생긴 물질은 ______이다.
   류산과의 반응에서 생긴 용액에 적당한 량의 가성소다용액을 방울방울 넣으면 ____색의 ____이 생긴다.
2. 산성산화물과 량성산화물의 화학조성과 화학성질에서 다른 점은 무엇인가?
3. 산화아연과 아연의 혼합물 10.7g이 완전히 반응하는데 10.22% 염산이 100g 소비되였다. 혼합물의 조성을 구하여라.
   (답. ZnO 7.86g, Zn 2.84g)

제8절. 기체체적비의 법칙

산성산화물들가운데는 SO_2, CO_2, NO_2과 같이 기체인것이 많으며 그것들이 참가하는 반응에는 기체반응이 적지 않다.

반응물도 기체이고 생성물도 기체인 화학반응을 기체반응이라고 부른다. 기체반응에서는 반응물인 기체의 체적과 생성물인 기체의 체적사이에 일정한 관계가 있다.

어떤 관계가 있는가.

기체반응인 $2CO + O_2 = 2CO_2$에서 알아보자.

앞에서 학습한바와 같이 화학방정식에서의 결수(ν)와 물질량(n)은 비례한다.

즉 2:1:2=2mol:1mol:2mol

그런데 기체에서는 물질량(n)이 몰체적(V_m)과도 비례한다. 표준조건에서는 다음과 같이 된다.

즉 2mol:1mol:2mol=44.8L:22.4L:44.8L

기체의 체적비를 옹근수비로 고치면

$$44.8L:22.4L:44.8L=2:1:2$$

로 된다.

반응에 참가한 기체들의 체적과 반응에서 생긴 기체들의 체적

사이에는 서로 옹근수비를 이룬다. 이것을 기체체적비의 법칙이라고 부른다.

기체체적비의 법칙은 기체반응에서 기체들의 체적사이에 어떤 관계가 있는가를 밝혀주는 법칙이다.

기체체적비의 법칙이 성립되는것은 화학반응이 꼭 정해진 수의 분자들사이에만 일어나기때문이다.

질소기체와 수소기체를 합성하여 암모니아기체를 만드는 기체반응을 놓고 살펴보자.

	N_2 +	$3H_2$ =	$2NH_3$
분자수	1개	3개	2개
	6.02×10^{23}	18.06×10^{23}	12.04×10^{23}
물질량	1mol	3mol	2mol
체적	22.4L	67.2L	44.8L(표준조건)

결국 세 기체의 체적비는 22.4L:67.2L:44.8L=1:3:2이다.

보는바와 같이 기체반응에서 기체들사이의 체적비는 화학방정식에서의 결수(ν)비와 같다. 그러므로 화학방정식만 세우면 체적비는 쉽게 알수 있다.

? 기체반응 $2NO + O_2 = 2NO_2$에서 기체들의 체적비는 얼마인가?

기체체적비의 법칙은 어디에 쓰이는가.

① 기체반응에 기초하고있는 화학생산에서 원료인 기체들을 어떤 비률로 혼합하겠는가를 판정하는데 쓰인다.

례를 들어 암모니아생산에서는 암모니아합성의 원료인 질소기체와 수소기체를 1:3의 비로 혼합하여야 한다.

② 기체반응이 체적변화가 있는 반응인가 체적변화가 없는 반응인가를 판정하는데 쓰인다.

반응물들의 체적비의 합과 생성물들의 체적비의 합이 같으면 체적변화가 없는 기체반응이다.

례: $CO + H_2O\uparrow = CO_2 + H_2$

그리고 그 합이 다르면 체적변화가 있는 기체반응이다.

례: $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$

체적변화가 없는 기체반응은 압력의 영향을 받지 않지만 체적

변화가 있는 반응은 압력의 영향을 받는다.

③ 화학계산에서 기체들의 체적을 간단히 계산하는데 쓰인다.

[례제] 암모니아를 합성하는데 원료인 질소가 10m^3 소비되였다면 그와 반응한 수소는 몇m^{3}이고 생긴 암모니아는 몇m^{3}이겠는가?

풀이. ① 반응한 H_2의 체적

$$N_2 \quad + \quad 3H_2 \quad = \quad 2NH_3$$

체적비 1 : 3

10m^3 : x $\qquad x$ =30m^3

② 생긴 NH_3의 체적

$$N_2 \quad + \quad 3H_2 \quad = \quad 2NH_3$$

체적비 1 : 2

10m^3 : x $\qquad x$ =20m^3

답. $V_{(H_2)}$ =30m^3, $V_{(NH_3)}$ =20m^3

참고 표준조건이 아닌 임의의 조건에 있는 기체의 체적계산

임의의 온도와 압력조건에 있는 기체의 체적을 가지고 화학계산을 할 때에는 **리상기체상태방정식**을 리용한다.

리상기체상태방정식은 기체들의 온도와 압력, 체적사이의 관계를 밝혀주고있다.

표준조건에 있는 기체의 온도와 압력, 체적을 T_0, P_0, V_0이라고 하고 임의의 조건에 있는 기체의 온도와 압력, 체적을 T_1, P_1, V_1라고 하면

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

로 표시된다. 여기서 T_0=273K, P_0=0.1MPa이다.

만일 임의의 조건에서 기체의 체적 V_1이 주어졌다면 그것을 표준조건에서의 체적 V_0으로 쉽게 환산할수 있다.

$$V_0 = \frac{P_1 \cdot T_0}{P_0 \cdot T_1} \times V_1 = \frac{P_1 \times 273}{0.1 \times T_1} \times V_1$$

문 제

1. 기체체적비의 법칙이 성립되는 리치를 아보가드로의 법칙에 기초하여 설명하여라.

2. 석탄을 가스화할 때 다음과 같은 기체반응이 일어나 수소가 얻어진다.

$$CO + H_2O_{(기)} = CO_2 + H_2$$

일산화탄소의 80%만이 반응하였다면 일산화탄소 $20m^3$로부터 얻어진 수소의 체적은 몇m^3인가? (답. $16m^3$)

3. 염산을 만드는 염화수소기체는 염소와 수소를 합성하여 만든다. 염소기체 $2m^3$와 수소기체 $1.5m^3$를 섞어서 완전히 반응시켰다면 염화수소기체가 몇m^3 생겼겠는가?

반응하지 않고 남은 기체는 무엇이며 몇m^3나 남았겠는가?

(답. $3m^3$, Cl_2, $0.5m^3$)

4. 표준조건에서 수소기체 2.8L를 만들려면 충분한 량의 아연에 20% 염산용액을 몇g이나 작용시켜야 하는가? (답. 45.6g)

5. 순도가 90%인 석회석을 2t 분해시켰다. 이때 생긴 이산화탄소는 표준조건에서의 체적으로 몇m^3인가? 그리고 불순물이 그대로 들어간 생석회는 몇t이나 얻어지겠는가?

(답. CO_2 $403.2m^3$, 생석회 1.2t)

6. 중조에는 탄산수소나트리움 $NaHCO_3$이 99% 들어있다. 중조 16.8g을 60℃, 0.12MPa에서 분해시켰다. 이때 생긴 탄산가스는 몇L이겠는가? (답. 4.1L)

제9절. 무기물질의 분류와 호상관계

앞에서 지금까지 본 무기물질들을 분류하고 그것들사이의 관계를 종합하여보자.

무기물질의 분류

무기물질은 그것의 화학조성과 화학성질에 기초하여 다음과 같이 나누어진다.

무기물질은 크게 단순물과 무기화합물로 나눈다.

단순물은 다시 금속과 비금속으로 나누어지며 무기화합물은 다시 산화물, 산, 염기, 염으로 나누어진다.

무기물질의 분류를 도식으로 나타내면 그림 4-4와 같다.

ⓘ 무기물질의 매 부류에 속하는 물질의 례를 2가지씩 들고 화학식을 쓰라.

ⓘ 염화물과 류화물은 무슨 산의 염인가?

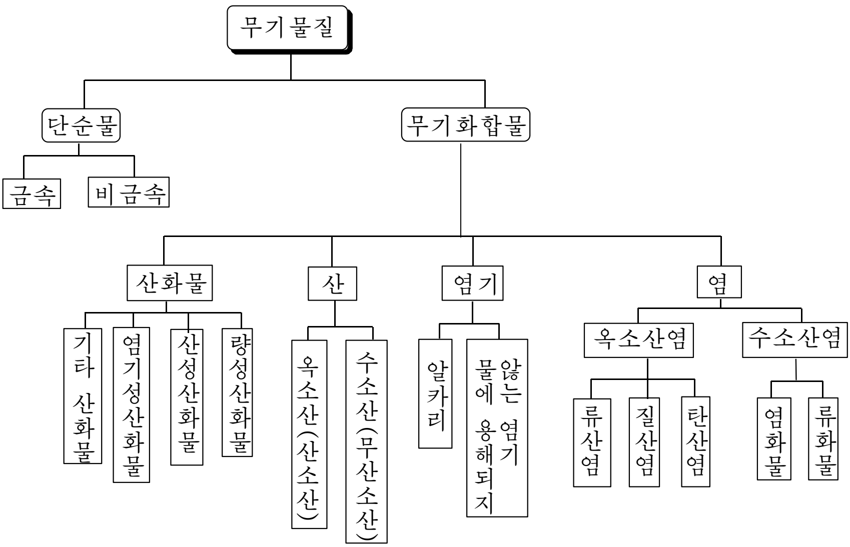


그림 4-4. 무기물질의 기본분류

무기물질의 호상관계

① 금속과 염기성산화물, 염기, 염은 그 화학성질에 의하여 서로 련관되여있다.

활성이 큰 금속을 산화시키면 염기성산화물이 되고 염기성산화물이 물과 화합하면 수산화물인 염기로 된다. 이 염기가 산과 반응하면 염으로 된다. 그리고 염기성산화물이 산과 반응하여도 염이 된다.

례: $Na \xrightarrow{+O_2} Na_2O \xrightarrow{+H_2O} NaOH \xrightarrow{+H_2SO_4} Na_2SO_4$

$Na_2O \xrightarrow{+H_2SO_4} Na_2SO_4$

② 비금속과 산성산화물, 옥소산, 염은 그 화학성질에 의하여 서로 련관되여있다.

단순물인 비금속을 산화하면 산성산화물이 되고 산성산화물이 물과 화합하면 수산화물인 옥소산이 된다. 이 옥소산이 염기와 반응하면 염이 된다. 그리고 산성산화물이 염기(알카리)와 반응하여도 염이 된다.

례: $S \xrightarrow{+O_2} SO_3 \xrightarrow{+H_2O} H_2SO_4 \xrightarrow{+NaOH} Na_2SO_4$

$SO_3 \xrightarrow{+NaOH} Na_2SO_4$

③ 금속과 비금속사이, 염기성산화물과 산성산화물사이, 산과 염기사이의 반응에서도 염이 생긴다.

이밖에도 무기물질의 부류들사이에는 여러갈래의 호상반응을 일으킨다.(그림 4-5)

ⓘ 금속칼시움이 산화물, 염기, 염으로 변화되는 과정을 화학방정식으로 나타내여라.

ⓘ 비금속인 탄소가 산화물, 옥소산, 염으로 변화되는 과정을 화학방정식으로 나타내여라.

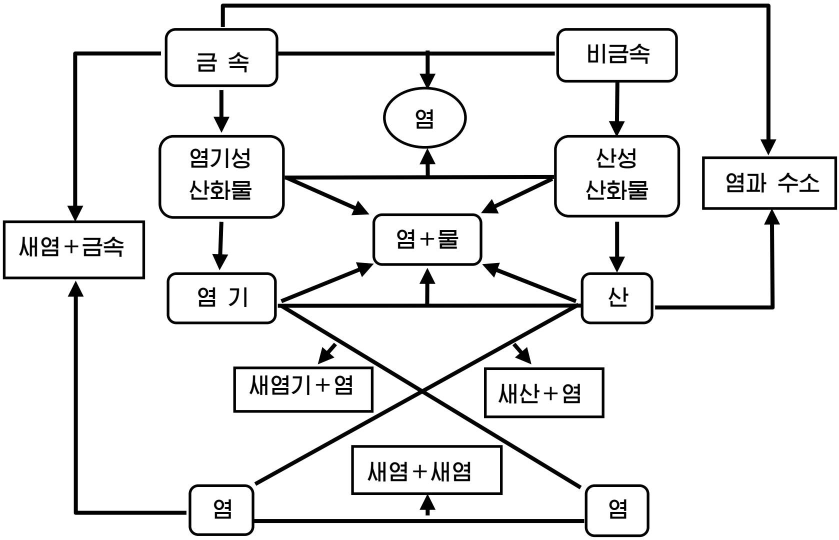


그림 4-5. 무기물질의 부류들사이의 관계

문 제

1. 다음 물질들이 무기물질의 어느 부류에 속하는가를 가려내고 그 근거를 설명하여라.
   BaO, NO_2, Cr, P, H_2S, $CaCl_2$, $ZnSO_4$, KNO_3, $Cu(OH)_2$, $CaCO_3$, KOH, H_3PO_4, PbO_2
2. 다음의 물질들가운데서 서로 반응할수 있는것을 찾고 그 반응을 화학방정식으로 나타내여라.
   Ca, O_2, S, CO_2, PbO, HCl, H_2SO_4, $Ba(OH)_2$, KOH, Na_2SO_4, $MgCO_3$
3. 동쪼각을 가지고 류산동을 만들려고 한다. 어떤 반응을 일으켜야 하는가? 그 반응들을 화학방정식으로 나타내여라.
4. 염화칼시움을 만들수 있는 화학반응을 5가지 찾고 화학방정식으로 나타내여라.
5. 화합반응, 분해반응, 치환반응, 이온교환반응의 례를 각각 2가지씩 들고 그 반응들을 화학방정식으로 나타내여라.

장종합

- 산화물
  - 염기성 산화물
    - 개념
      - 조성으로 보면 금속원소와 산소원소로 이루어진 산화물
      - 성질로 보면 산과 반응하여 염과 물을 만드는 산화물
    - 화학성질
      - 산과 반응하여 염과 물을 만듦
      - 대부분 물과 화합하여 염기를 만듦
      - 일부 산성산화물과 화합하여 염을 만듦
    - 화학식 — 원소들의 산화수에 기초하여 세움
    - 만들기
      - 옥소산염의 분해
      - 일부 염기의 분해
      - 금속과 산소의 화합
  - 산성 산화물
    - 개념
      - 조성으로 보면 대부분의 비금속원소와 산소원소로 이루어진 산화물
      - 성질로 보면 염기와 반응하여 염과 물을 만드는 산화물
    - 화학성질
      - 염기(알카리)와 반응하여 염과 물을 만듦
      - 대부분 물과 화합하여 옥소산을 만듦
      - 일부 염기성산화물과 화합하여 염을 만듦
    - 화학식 — 원소들의 산화수에 기초하여 세움
    - 만들기
      - 옥소산이나 그 염의 분해
      - 옥소산염과 산과의 반응
      - 비금속과 산소의 화합
  - 량성 산화물
    - 개념 — 산과도 반응하고 염기와도 반응하여 염과 물을 만드는 산화물
    - 화학성질
      - 산과 반응하여 염과 물을 만듦
      - 염기(알카리)와 반응하여 염과 물을 만듦
    - 화학식 — 원소들의 산화수에 기초하여 세움

복습문제

1. 아래의 무기물질들이 어느 부류의 물질인가를 가려내여라. 혼합물에 속하는것은 어느것인가?

   ① 염산 ② 소금결정 ③ 소금용액 ④ 수소기체 ⑤ 이산화탄소 ⑥ 공기 ⑦ 산화동 ⑧ 묽은 류산 ⑨ 철가루 ⑩ 생석회 ⑪ 산화칼시움 ⑫ 탄산칼시움 ⑬ 석회석

2. 마그네샤크링카로 만든 내화벽돌이 야금로에 쓰이는 리유는 무엇인가?

3. 비구름속에 고체탄산을 뿌려놓으면 곧 비가 내리는 리치는 무엇인가?

4. 아래의 물질들을 공기속에 오래 놓아두었을 때 질량이 커지며 그것이 화학반응의 결과인것은 (　　)이다. 그 원인을 설명하여라.

   ① 소금 ② 생석회 ③ 짙은 염산 ④ 가성소다

5. 가성소다와 생석회의 혼합물인 소다석회는 건조제로 쓰인다. 아래의 기체들가운데서 이 혼합물로 말리울수 있는것은 (　)이다. 왜 그런가?

   ① CO ② SO_2 ③ CO_2 ④ H_2 ⑤ O_2

6. 수소기체에 섞여있는 수증기와 이산화탄소를 없애려고 한다. 여기에 리용할수 있는 물질은 (　　)이다. 왜 그런가?

   ① 류산동용액 ② 가성소다용액 ③ 짙은 류산 ④ 석회수 ⑤ 무수류산동가루 ⑥ 염산

7. 아래의 내용에서 정확한것은 (　　)이다. 틀렸다는 근거는 무엇인가?

ㄱ) 모든 비금속원소들의 산화물은 산성산화물이다.

ㄴ) 모든 금속원소들의 산화물은 염기성산화물이다.

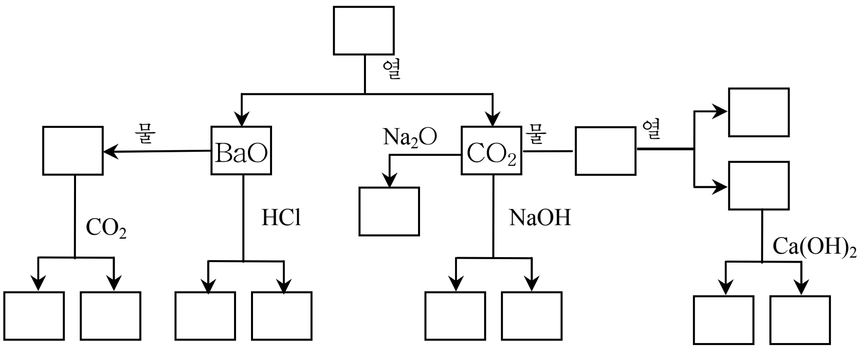
ㄷ) 모든 산성산화물은 물과 직접 화합하여 옥소산을 만든다.

ㄹ) 일부 염기성산화물은 물과 직접 화합하여 염기를 만든다.

ㅁ) 모든 염기성산화물이 산과 반응하여 염과 물을 만드는것은 아니다.

8. 4개의 병에 각각 CO_2, CO, SO_2, O_2이 들어있다. 어느 병에 무슨 기체가 들어있는가를 어떤 방법으로 알아낼수 있는가? 가능한 방법들을 다 찾아보아라.

9. 다음 도식의 빈 칸에 알맞는 물질의 화학식을 써넣어라.



10. 적은 량의 금속은가루와 산화동가루, 산화마그네시움가루와 철가루를 섞은 혼합물이 들어있는 시험관에 충분한 량의 묽은 염산을 넣고 가열하였다. 반응이 일어난 다음 려과하였다.
려지우에 남은 물질은 무엇이고 려액에 들어있는 물질은 무엇인가?

11. 마그네사이트 4.2g을 분해하여 산화마그네시움을 1.89g 얻었다면 이 광석에 $MgCO_3$이 몇% 들어있는가? (**답**.94.5%)

12. 석회석 13.4g을 염산과 반응시켰을 때 이산화탄소가 2.8L(표준조건)생겼다면 이 광석에 $CaCO_3$이 몇% 들어있는가?

(**답.** 93.3%)

13. 수산화바리움용액에 표준조건의 공기 $1m^3$를 불어넣은 결과 2.64g의 탄산바리움침전물이 생겼다. 공기속에 탄산가스가 체적으로 몇%나 들어있는가? (**답.** 0.03%)

14. 산화나트리움 93g으로 20% 가성소다용액을 만들려고 한다. 물이 몇g 필요한가? (**답.** 507g)

15. 검은색고체 A와 염산 및 묽은 류산이 반응하여 각각 B와 D를 만들었다. 그리고 B와 가성소다용액이 반응하여 푸른색의 침전물 E가 생겼다. E는 질산 및 류산과 반응하여 각각 C와 D를 만들었다.

ㄱ) A, B, C, D, E의 화학식과 이름을 쓰라.

ㄴ) 아래의 변화를 화학방정식과 이온방정식으로 나타내여라.

$$B\rightarrow E,\ E\rightarrow D,\ D\rightarrow C,\ B\rightarrow C$$

16. 류산칼리움과 류산나트리움의 혼합물 24.5g이 들어있는 용액에 염화바리움용액을 충분히 작용시켜 침전물 34.9g을 얻었다. 혼합물속에 류산칼리움과 류산나트리움이 각각 몇g 들어있는가?

(**답.** K_2SO_4 17.56g, Na_2SO_4 6.94g)

제5장. 물질의 구조, 멘델레예브원소주기표

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《가장 초보적인것부터 시작하여 꾸준히 배워나아가면 나중에는 높은 리론을 가지게 될것입니다.》

화학을 깊이있게 학습하자면 가장 초보적인 지식부터 하나하나 잘 배워나가야 한다.

물질에 대하여 잘 알자면 물질의 구조를 학습해야 한다.

물질의 구조라는것은 물질이 어떤 알갱이(립자)들로 이루어져있으며 그 알갱이들이 어떻게 모여붙어서 물질을 이루고있는가 하는것이다.

물질마다 구조가 다르며 그 구조에 따라 성질도 달라진다.

그러므로 물질의 성질은 반드시 그 구조에 기초하여 학습해야 한다.

물질에 대하여 잘 알자면 또한 멘델레예브원소주기법칙과 주기표를 학습해야 한다.

원소주기표는 화학지식의 보물고로서 거기에는 원소의 성질과 원자구조에 대한 지식, 단순물과 화합물에 대한 지식이 담겨져있다.

이 장에서는 원소의 성질과 전자배치사이의 관계, 원자구조와 원소주기표사이의 관계, 원소의 성질과 화학결합사이의 관계 등을 학습하게 된다.

제1절. 원자구조

물질을 이루고있는 알갱이에는 원자, 분자, 이온이 있다. 그 가운데서 기본알갱이는 원자이다. 분자는 원자들이 모여붙어서 이

루어진 알갱이이고 이온은 전기를 띠고있는 알갱이이다.

지난 시기에는 원자가 너무 작아서 사람들이 눈으로 직접 보지 못하였지만 지금은 주사굴현미경으로 원자와 분자를 직접 보기도 하고 또 하나하나의 원자를 옮겨놓기도 한다.

원자는 그 크기(직경)가 0.1nm(10^{-10}m)정도이다.

주사굴현미경은 나노기술발전의 기본수단으로 되고있다.

작은 원자도 구조를 가지고있다. 원자는 하나의 원자핵과 전자들로 이루어져있는 중성립자이다.

원자핵

원자핵은 원자의 중심에 있다. 원자핵의 크기는 원자전체의 크기의 10만분의 1정도밖에 안되지만 원자의 질량은 거의다 원자핵에 집중되여있다.

참고 원자핵의 크기

만일 원자의 크기를 10^{11}배 즉 1천억배로 확대하였다면 그 직경이 10m가량 되는데 이때 그 원자핵의 크기는 1mm정도 즉 좁쌀알만 한 크기라고 한다.

그리고 원자핵만을 $1cm^3$정도 모아놓으면 그 질량이 1억t이라는 놀라운 수자에 도달한다. 이것을 들자면 10t급기중기가 1천만대나 있어야 할것이다.

원자핵은 더 작은 알갱이들인 양성자와 중성자로 이루어져있다.

양성자는 양(+)전기를 띤 알갱이이고 중성자는 전기를 띠지 않은 알갱이이다.

원자핵에서 양성자의 수를 원자핵의 전하수라고 부른다.

? 핵전하수가 11+인 나트리움원자와 핵전하수가 17+인 염소원자의 양성자수는 몇개씩인가?

원자핵둘레에서 운동하는 전자는 음전기를 띠고있다.

원자가 중성립자인것은 양성자의 수와 전자의 수가 같기때문이다.

따라서 원자를 이루고있는 전자의 수는 핵전하수와 같다.

전자의 수 = 핵전하수 = 양성자의 수

전자의 질량은 양성자의 질량의 1/1 840정도밖에 안된다.

원자번호(Z)

원자핵을 이루고있는 양성자의 수를 원자번호라고 부른다.

원자들은 원자번호에 의하여 서로 구별된다. 원자번호(양성자의 수)에 의하여 구별되는 원자종을 화학원소라고 부른다.

원자번호가 2인 원자종이 헬리움원소이고 원자번호가 8인 원자종이 산소원소이다.

원소의 원자번호는 양성자의 수, 전자의 수, 핵전하수와 같다.

원자번호(Z) = 양성자의 수 = 전자의 수 = 핵전하수

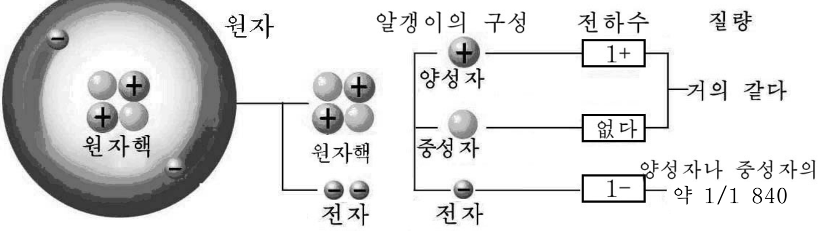


그림 5-1. 헬리움원자의 구조

동위체와 동위원소

원자들가운데는 양성자의 수(원자번호 Z)는 같으면서 중성자의 수(N)가 다른것들이 있다.

원자핵을 이루고있는 양성자의 수(Z)와 중성자의 수(N)의 합을 원자의 질량수(A)라고 부른다.

$$\boxed{A = Z + N}$$

Z=1인 수소원자에는 질량수(A)가 1인것과 2와 3인것이 있으며 Z=8인 산소원자에는 질량수가 16, 17, 18인것들이 있다.

그리고 Z=6인 탄소원자에는 질량수가 12, 13인것들이 있으며 Z=17인 염소원자에는 질량수가 35, 37인것들이 있다.

ⓘ 질량수가 16, 17, 18인 산소원자의 원자핵속에는 중성자가 각각 몇개씩 들어있는가?

원자번호는 같으면서 질량수가 다른 원자를 동위체라고 부른다.

원자의 표시법: ${}^{A}_{Z}E$

탄소원자와 염소원자에는 각각 2가지 동위체가 있으며 수소원자와 산소원자에는 각각 3가지 동위체가 있다.

${}^{12}_{6}\mathrm{C}$와 ${}^{13}_{6}\mathrm{C}$, ${}^{35}_{17}\mathrm{Cl}$와 ${}^{37}_{17}\mathrm{Cl}$

${}^{1}_{1}\mathrm{H}$과 ${}^{2}_{1}\mathrm{H}$과 ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$, ${}^{16}_{8}\mathrm{O}$과 ${}^{17}_{8}\mathrm{O}$과 ${}^{18}_{8}\mathrm{O}$

ⓘ 탄소의 동위체들에서 양성자의 수, 중성자의 수, 전자의 수는 각각 얼마인가?

원자번호(양성자의 수)만이 아니라 질량수에 의하여 구별되는 원자(동위체들)의 종류를 생각할수 있다.

원자번호는 같고 질량수에 의하여 구별되는 원자종을 동위원소라고 부른다.

매 화학원소에는 여러개의 동위원소들이 있다. 산소에는 ${}^{16}_{8}\mathrm{O}$, ${}^{17}_{8}\mathrm{O}$, ${}^{18}_{8}\mathrm{O}$이 있으며 탄소에는 ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$, ${}^{13}_{6}\mathrm{C}$이 있다.

지금까지 알려진 화학원소의 수는 110여가지이지만 동위원소의 수는 1 700여가지나 된다. 그가운데서 자연계에 안정하게 존재하는것은 340여가지다.

? 화학원소와 동위원소는 어떻게 다른가?

참고 — 원자질량단위와 원자량

원자량의 단위인 원자질량단위는 탄소의 동위체 $^{12}_{6}C$의 질량을 기준으로 정한것이다. $^{12}_{6}C$의 질량은 1.992×10^{-23}g이다.

원자질량단위는 탄소의 동위체 $^{12}_{6}C$의 질량의 $\frac{1}{12}$이다.

즉

$$\frac{1.992\times10^{-23}\,\mathrm{g}}{12}=1.66\times10^{-24}\,\mathrm{g}$$

이다. 원자질량단위를 기호 m_u로 표시한다.

$$m_u=1.66\times10^{-24}\,\mathrm{g}$$

원자량(Ar)은 원자의 질량을 원자질량단위로 나눈 상대적인 값이다. 다시말하여 원자의 질량(m_a)이 원자질량단위(m_u)의 몇배인가를 나타내는 수가 원자량이다.

$$Ar=\frac{m_a}{m_u}$$

이렇게 계산된 원자량은 정확히 말하면 동위체의 원자량이다.

화학원소의 원자량은 동위체들의 원자량의 합평균값으로 나타난다. 멘델레예브원소주기표에 씌여있는 원자량은 화학원소의 원자량이다.

전자층과 전자배치

매 원자의 원자핵둘레에는 원자번호와 같은 수의 전자들이 있다.

그런데 그 전자들은 서로 다른 크기의 에네르기를 가지고있다.

원자핵가까이에 있는 전자는 작은 에네르기를 가지고 먼데 있는 전자는 보다 큰 에네르기를 가진다.

에네르기가 비슷한 전자들은 원자핵에서 같은 거리만큼 떨어져

서 하나의 층을 이루고있다.

에네르기가 비슷한 전자들이 이룬 층을 전자층이라고 부른다.

원자핵에 제일 가까운 전자층을 *K*층이라고 부르며 그다음 전자층들을 *L*층, *M*층, *N*층, *O*층, …으로 나타낸다.

원자번호가 커감에 따라 하나씩 늘어나는 전자는 아무렇게나 전자층들에 배치되는것이 아니라 규칙적으로 배치된다.

① 원자에서 전자들은 원자핵에 가까운 *K*층부터 배치된다.

② 원자의 매 전자층에 배치될수 있는 전자의 수는 정해져있다. *K*층에는 2개, *L*층에는 8개, *M*층에는 18개, *N*층에는 32개이다.

③ 원자의 최외전자층(맨 바깥전자층)에 배치되는 전자의 수는 8을 넘지 못한다. 즉 8개까지만 배치될수 있다.

원자의 전자배치를 전자배치모형으로 나타내기도 하고 전자층기호에 따라 간단히 나타내기도 한다.

례를 들어 Z=9, Z=10, Z=11, Z=12인 원자들의 전자배치모형은 그림 5-2와 같다.

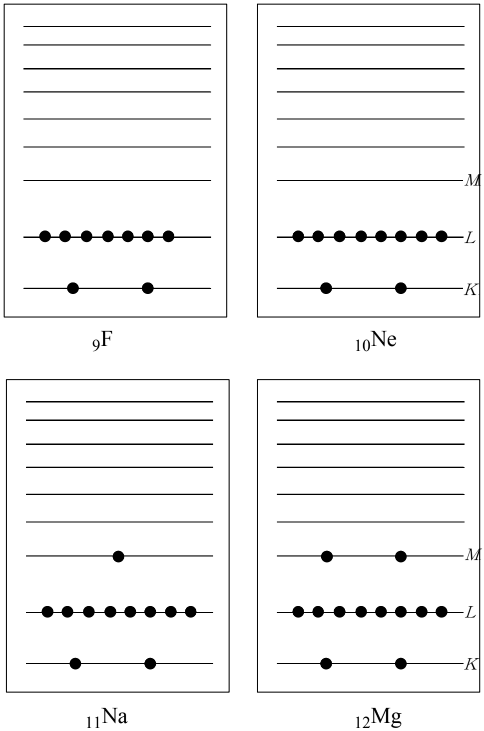


그림 5-2. 원자들의 전자배치모형

전자층기호는 원자의 전자배치를 전자층기호로 나타낸것이다.

$_{9}$F … *K*-2, *L*-7

$_{10}$Ne … *K*-2, *L*-8

$_{11}$Na … *K*-2, *L*-8, *M* -1

$_{12}$Mg … *K*-2, *L*-8, *M* -2

? $_{18}Ar$의 전자배치를 전자배치모형과 전자층기호로 나타내여라.

원자의 전자배치 표 5-1

원자번호 (Z)	원소이름	원소기호	전자배치 K L M N	원자번호 (Z)	원소이름	원소기호	전자배치 K L M N
1	수소	H	1	11	나트리움	Na	2 8 1
2	헬리움	He	2	12	마그네시움	Mg	2 8 2
3	리티움	Li	2 1	13	알루미니움	Al	2 8 3
4	베릴리움	Be	2 2	14	규소	Si	2 8 4
5	붕소	B	2 3	15	린	P	2 8 5
6	탄소	C	2 4	16	류황	S	2 8 6
7	질소	N	2 5	17	염소	Cl	2 8 7
8	산소	O	2 6	18	아르곤	Ar	2 8 8
9	불소	F	2 7	19	칼리움	K	2 8 8 1
10	네온	Ne	2 8	20	칼시움	Ca	2 8 8 2

원소의 성질과 전자배치와의 관계

화학원소의 성질에서 중요한것은 전기적양성과 전기적음성 그리고 산화수이다.

원소의 성질들은 원자의 전자배치와 밀접한 관계를 가지고있다. 원소의 성질은 전자배치에서 최외층전자수와 전자층의 수에 많이 관계된다.

원자들은 최외전자수가 8인 경우에 가장 안정하며 따라서 원자들은 그런 전자배치를 가지려고 한다.

최외전자층에 전자가 8개($_2He$에서만은 2개) 배치되여있는 전자층을 다찬전자층이라고 부른다.

원자들은 최외전자를 내보내거나 받아들여 안정한 8전자층을 이루려는 성질을 가진다.

례를 들어 $_{11}Na$는 최외전자층에 있는 전자 한개를 내보내고 양이온 Na^{+}로 되기 쉬우며 $_{17}Cl$은 최외전자층에 전자 한개를 받아들여 음이온 Cl^{-}로 되기 쉽다.

ⓘ 왜 $_{11}Na$이 전자 한개를 내주면 Na^{+}로 되고 $_{17}Cl$이 전자 한개를 받으면 Cl^{-}로 되는가?

원소의 원자가 전자를 내주고 양이온으로 되는 성질을 전기적양성이라고 부르며 전기적양성을 가진 원소를 양성원소라고 부른다.

또한 원소의 원자가 전자를 받아서 음이온으로 되는 성질을 전기적음성이라고 부르며 전기적음성을 가진 원소를 음성원소라고 부른다.

대체로 금속원소들이 양성원소이고 비금속원소들이 음성원소이다.

ⓘ 표 5-1에서 어느 원소들이 양성원소이고 어느 원소들이 음성원소인가?

화학원소마다 전자층의 수에 따라 전기적양성과 전기적음성의 세기는 서로 다르다.

ⓘ 원소의 원자에서 전자층의 수가 많으면 전기적양성이 세지겠는가 약해지겠는가?

원소의 성질인 산화수의 크기는 최외전자수에 관계된다.

원소의 가장 큰 산화수는 최외전자수와 같으며 원소의 가장 작은 산화수는 다찬전자층을 이루려고 받아들여야 할 전자의 수와 같다. 즉 8-최외전자수와 같다.

례를 들어 최외전자수가 6개인 류황의 가장 큰 산화수는 +6이고 가장 작은 산화수는 -2이다.

ⓘ 표 5-1을 보면서 탄소와 질소의 산화수크기를 말하여라.

원자의 전자배치(최외전자수)가 비슷하면 원소의 성질도 비슷하며 반대로 전자배치(최외전자수, 전자층수)가 다르면 원소의 성질도 다르다.

ⓘ 표 5-1을 보면서 $_{7}N$와 $_{15}P$의 성질을 비교하여보아라.

문 제

1. Z=6인 $_{6}C$와 Z=13인 $_{13}Al$에서 전하수, 양성자의 수, 전자의 수는 각각 얼마인가?

2. 다음 문장들의 □안에 알맞는 말을 써넣어라.

ㄱ) 원자는 더 작은 알갱이들인 □과 □로 이루어져있다.

ㄴ) 핵전하수는 □와 같고 □와도 같다.

ㄷ) 원자핵둘레에서 운동하는 전자의 수는 □와 같고 □와도 같다.

ㄹ) 원자가 중성립자인것은 □와 □가 같기때문이다.

ㅁ) 원소의 원자번호는 원자를 이루고있는 □와 □를 나타낸다.

ㅂ) 원자번호가 12인 마그네시움원자의 양성자의 수는 □이고 □는 □이다.

3. $_{3}Li$과 $_{11}Na$에 대하여 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 전자배치를 전자배치모형과 전자층기호모형으로 나타내여라.

ㄴ) 전자배치에서 같은 점과 다른 점은 무엇인가?

ㄷ) 전자배치에서의 같은 점에 기초하여 성질에서 비슷한 점을 말하여라.

ㄹ) 전자배치에서의 다른 점에 기초하여 성질에서 다른 점을 말하여라.

4. $_{9}F$와 $_{17}Cl$에 대하여 문제 3의 물음에 대답하여라.

5. 산소의 동위체 $^{16}_{8}O$, $^{17}_{8}O$, $^{18}_{8}O$에 대하여 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 핵전하수, 양성자의 수, 중성자의 수, 전자의 수는 각각 얼마인가?

ㄴ) 16, 17, 18을 산소의 원자량이라고 말할수 있는가?

ㄷ) 8은 무엇을 나타내는 수인가?

6. 가벼운 수소원자(동위체 $^{1}_{1}H$)와 산소의 동위체 $^{16}_{8}O$으로 이루어진 물을 경수라고 부르고 무거운 수소원자(동위체 $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$)와 산소의 동위체 $^{17}_{8}O$으로 이루어진 물을 중수라고 부른다. 경수와 중수의 분자량을 계산하고 비교하여라.

7. 자연계에는 수소의 동위체들과 산소의 동위체들이 각이하게 결합한 18가지의 물분자들이 있다. 수소와 산소의 동위체들이 어떻게 결합한 분자들이겠는가를 설명하여라.

8. 자연계에서 염소의 동위체 $^{35}_{17}Cl$는 75.77%이고 $^{37}_{17}Cl$은 24.23%이다. 염소원소의 평균원자량은 얼마인가?

(**답.** 35.45)

9. 원자와 원소라는 말은 어떻게 다른가? 산소에 대하여 원소기호, 동위체기호, 이온기호를 써보아라.

10. 다음의 말에서 옳고그른것을 가르고 틀린것을 고쳐라.

ㄱ) 동위체와 동위원소는 같다.

ㄴ) 동위체들의 종류가 동위원소이다.

ㄷ) 화학원소와 동위원소는 다르다.

ㄹ) 화학원소의 원자번호는 그 동위원소들의 원자번호와 다르다.

ㅁ) 주어진 화학원소에서 질량수에 의하여 구별되는 원자들이 동위원소이다.

ㅂ) 주어진 동위원소에서 동위체들의 양성자수와 중성자수는 다르다.

ㅅ) 주어진 동위원소에서 질량수가 같은 개개의 원자가 동위체이다.

제2절. 나트리움과 알카리금속

나트리움원소

나트리움의 원소기호는 Na이며 원자량은 Ar=23이고 원자번호는 Z=11이다.

그러므로 나트리움원자 $_{11}$Na의 전자배치는 K-2, L-8, M-1이다.

나트리움원자는 최외전자수가 1개이므로 그것을 쉽게 내주고 안정한 8전자층을 가지려고 하며 따라서 전기적양성이 세며 산화수는 +1이다.

나트리움의 단순물(금속나트리움)

금속나트리움의 화학식은 Na이며 화학식량 Mr=23이고 몰질량 M=23g/mol이다.

나트리움은 양성원소이므로 그것이 만든 단순물은 금속이다.

금속나트리움은 나트리움원자들로만 이루어진 단순물이다. 그러므로 그것의 화학식은 원소기호와 같이 쓰인다.

금속나트리움은 어떤 성질을 가지고있는가?

실험 나트리움의 성질

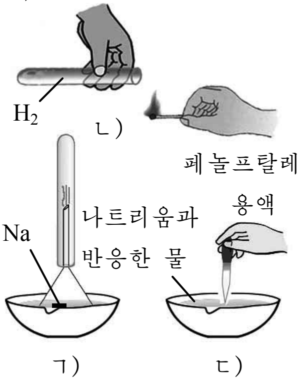
① 석유속에 들어있는 금속나트리움을 핀세트로 집어내여 유리판우에 놓고 칼로 자른다. 자름면의 색이 어떠하며 그것이 점차 어떻게 변하는가를 본다.

② 흰쌀알만 하게 잘라낸 나트리움쪼각을 증발접시의 물에 집어넣고 깔때기로 씌운다.(ㄱ)

③ 깔때기로 나오는 기체를 시험관에 모아 불붙인다.

어떤 현상이 일어나는가를 알아본다.(ㄴ)

④ 나트리움과 반응한 물에 페놀프탈레인용액을 2~3방울 넣는다. 어떤 현상이 일어나는가를 본다.(ㄷ)



나트리움은 은백색의 금속윤기를 가진 만문한 금속이다.

나트리움의 밀도(ρ =0.97g/cm^3)는 물보다 작으며 녹음점은 98.8℃이다.

금속나트리움의 자름면이 인차 흐려지는것은 나트리움이 공기속에서 쉽게 산화되기때문이다.

$$4Na + O_2 = 2Na_2O$$

ⓘ 금속나트리움을 왜 석유속에 넣어서 보관하는가?

금속나트리움은 산소만이 아니라 염소(Cl_2)나 류황(S)과 같은 비금속들과도 직접 화합한다.

ⓘ 나트리움과 염소가 화합하여 염화나트리움이 생기는 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

금속나트리움은 화합물인 물 H_2O와도 세차게 반응한다.

나트리움쪼각은 물우에 떠서 수소기체와 수산화나트리움을 만들면서 반응한다. 그러므로 반응한 다음 페놀프탈레인용액을 떨구면 분홍색으로 변한다.

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow$$

(?) 나트리움쪼각을 물에 넣으면 세차게 반응하면서 동그랗게 되여 물우로 떠다닌다. 왜 그런가?

금속나트리움은 산과도 잘 반응한다.

$$2Na + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2\uparrow$$

이와 같이 나트리움은 활성이 매우 큰 금속이다.

나트리움은 활성이 크기때문에 자연계에 단순물상태(금속)로는 존재하지 못하고 화합물상태로만 존재하며 주로 바다물과 암석에 들어있다.

알카리금속

알카리금속에는 나트리움 Na와 함께 리티움 Li, 칼리움 K, 루비디움 Rb, 세시움 Cs가 속한다.

알카리금속이라는 이름은 이 원소들이 만드는 수산화물(**례** NaOH, KOH)이 알카리라는데서 나왔다.

알카리금속원자들의 전자배치가 비슷하므로 그 원소와 단순물들의 성질도 비슷하다.(표 5-2)

알카리금속원자들의 전자배치 **표 5-2**

전자층 / 원자	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*
$_{3}Li$	2	1				
$_{11}Na$	2	8	1			
$_{19}K$	2	8	8	1		
$_{37}Rb$	2	8	18	8	1	
$_{55}Cs$	2	8	18	18	8	1

알카리금속원자들의 전자배치에서 같은 점은 최외전자수가 모두 1인것이다. 그러므로 최외전자를 쉽게 내주고 양이온으로 되는 성질 즉 전기적양성이 세며 그 단순물들은 모두 활성이 큰 금속이다.

그리고 원소의 산화수는 모두 +1이며 산화수가 +1인 화합물을 만든다.

이와 같이 원자의 전자배치에서 같은 점이 있다면 그 원소들과 단순물들의 성질에서도 비슷한 점이 있다.

알카리금속들의 성질에서는 다른 점들도 있다. 알카리금속원소들의 전기적양성은 원자번호가 커감에 따라 점점 세진다. 금속칼리움의 활성은 금속나트리움의 활성보다 더 크며 원자번호가 커감에 따라 알카리금속들의 활성은 점점 커진다.

그리고 알카리금속들의 밀도와 녹음점도 원자번호가 커감에 따라 규칙적으로 변한다.(그림 5-3, 5-4)(표 5-3)

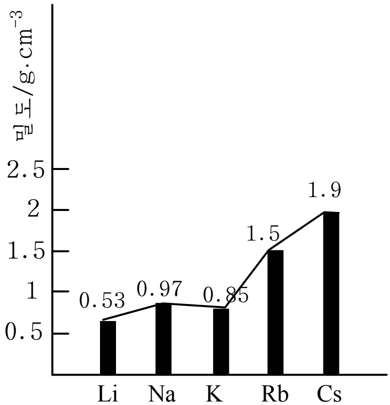


그림 5-3. 알카리금속의 밀도

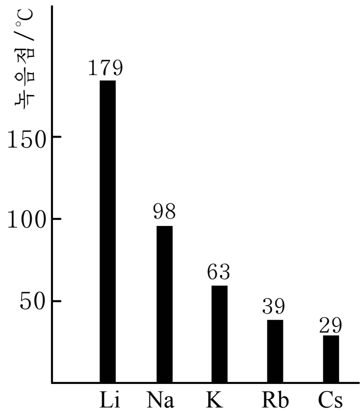


그림 5-4. 알카리금속의 녹음점

알카리금속의 성질 표 5-3

화학식	원자번호	활성	밀도/g·cm^{-3}		녹음점/℃	
Li	3	작다	0.53	작다	179	높다
Na	11	↓	0.97	↓	98	↑
K	19		0.85		63	
Rb	37		1.5		39	
Cs	55	크다	1.9	크다	29	낮다

원자번호가 커감에 따라 알카리금속원소들과 그 단순물의 성질이 차이나는 까닭은 무엇인가?

그것은 알카리금속원자들의 전자배치에서 전자층의 수가 다르

기때문이다. 원자번호가 커감에 따라 전자층의 수가 하나씩 늘어나며 그 결과 원자핵과 최외전자사이의 거리가 멀어진다. 이것은 최외전자가 원자에서 더 쉽게 떨어질수 있게 하며 결국 원소의 전기적양성이 세지고 단순물의 활성이 커지게 한다.

이와 같이 원자의 전자배치에서 다른 점이 있으면 원소와 그 단순물들의 성질에서 차이가 나게 된다.

? 리티움, 나트리움, 칼리움이 있다. 어느 금속이 물과 더 잘 반응하겠는가? 그 반응들을 화학방정식으로 나타내여라.

알카리금속들은 쓰이는데가 많다.

금속나트리움은 나트리움등을 만드는데 쓰인다.

나트리움등에서 나오는 노란빛은 안개를 뚫고나가는 능력이 세며 수은등보다 더 멀리 비친다. 나트리움은 원자력발전소에서 열을 나르는 열매로도 쓰이며 소이탄을 만드는데도 쓰인다.

칼리움은 합금을 만드는데 쓰이며 원자력발전소에서 열매로도 쓰인다. 칼리움의 화합물은 경질유리를 만드는데 쓰인다. 그리고 금속리티움은 전지를 만드는데와 가벼운 합금을 만드는데 쓰인다.

참고 알카리금속의 발견

알카리금속들은 활성이 큰탓에 다른 원소들보다 늦게야 발견되였다.

칼리움과 나트리움, 리티움을 발견한 사람은 영국의 화학자 데이비(1778-1829)이다. 데이비는 가난한 목공의 아들로 태여나 공부를 제대로 하지 못하였다. 그는 16살부터 약방의 심부름군으로 일하면서 자체로 화학을 배우고 화학실험도 진행하였다. 그는 젊어서부터 뛰여난 재능을 나타내였고 23살에 교수로 되였다.

그는 실패를 거듭하면서도 정력적인 사색과 탐구, 실험을 진행하여 1807년에는 나트리움과 칼리움을 발견하고 1818년에는 리티움을 발견하였다.

그후 루비디움과 세시움은 도이칠란드의 화학자들인 분젠과 키르히호프에 의하여 온천의 약수에서 발견되였다.

금속루비디움과 세시움은 빛을 쪼일 때 최외전자가 매우 쉽게 떨어지므로 빛전자관을 만드는데 쓰인다.

문 제

1. $_{11}Na$과 $_{19}K$에서 최외전자가 떨어져나가면 어느 원자의 전자배치와 같아지며 생긴 이온은 무엇인가?

2. 다음 물질들사이의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 칼리움과 염소기체 ㄴ) 칼리움과 류산

3. 다음 문장들에서 옳고그른것을 가르고 그 까닭을 설명하여라.

ㄱ) 알카리금속원소들이 모두 전기적양성이 센것은 원자의 최외전자수가 하나씩이기때문이다.

ㄴ) 최외전자수는 원자의 성질과 관계없다.

ㄷ) 알카리금속원소들의 전기적양성의 세기는 다 같다.

ㄹ) 원자번호가 큰 알카리금속일수록 활성이 크다.

ㅁ) 원자의 전자배치에서 전자층의 수는 원소의 성질, 단순물의 활성과 관계없다.

4. 다음의 말들은 어떻게 다른가?

ㄱ) 화학원소와 단순물

ㄴ) 전기적양성(또는 전기적음성)과 활성

5. 알카리금속원자와 알카리금속이온에 속하는것을 갈라내고 원소기호와 이온기호로 표시하여라.

ㄱ) A=37, N=20, 전자수=18 ㄴ) Z=11, A=23, 전자수=10

ㄷ) A=39, N=20, 전자수=19 ㄹ) Z=9, N=10, 전자수=9

6. 금속나트리움과 금속칼리움이 각각 0.5mol씩 있다. 이것들의 질량은 몇g씩이며 그속에 들어있는 원자의 수는 몇개씩인가?

(**답**. 11.5g과 19.5g, 3.01×10^{23}개)

7. 밀도가 1.07g/cm^{3}인 10% H_2SO_4용액 100mL에 나트리움쪼각을 넣었다. 류산용액과 반응하여 없어진 나트리움은 몇g인가?

(**답**. 5.02g)

8. 금속나트리움 4.6g과 완전히 반응하는데 밀도가 1.065g/cm^{3}인 13.5% 염산용액이 몇mL 소비되겠는가? (**답**. 50.8mL)

제3절. 염소와 할로겐

염소원소

염소의 원소기호는 Cl이며 원자량 A_r=35.45이고 원자번호 Z=17이다.

그러므로 염소원자 $_{17}Cl$의 전자배치는 K−2, L−8, M−7이다.

염소원자의 최외전자수는 7개이므로 전자 1개를 쉽게 받아 안정한 다찬전자층을 이루려는 성질 즉 전기적음성이 세다. 그리고 염소의 최대산화수는 +7이며 최소산화수는 −1이다.

ⓘ 염소의 산화수가 +7인 산화물의 화학식과 산화수가 −1인 수소화합물의 화학식을 세워보아라.

염소의 단순물

염소의 단순물인 염소기체의 화학식은 Cl_2이며 그것의 화학식량 Mr=71이고 몰질량 M=71g/mol이다. 그리고 표준조건에서 몰체적 V_m=22.4L/mol이다.

염소는 음성원소(비금속원소)이므로 그것이 만든 단순물은 비금속이다.

ⓘ 나트리움에서는 원소기호와 단순물의 화학식이 같았는데 염소에서는 원소기호와 화학식이 다르다. 그 까닭은 무엇인가?

염소기체는 어떤 성질을 가지는가?

염소기체는 노란풀색(황록색)을 띠며 코를 찌르는듯 한 냄새가 나는 독한 물질이다.

보통조건에서 물 1L에 염소기체가 2.5L 용해된다.

염소가 용해되여있는 물을 **염소수**라고 부른다.

빨갛게 달군 동선은 염소속에서 연기를 내면서 불탄다.

$$Cu + Cl_2 = CuCl_2$$

염소는 동과 같은 금속들과 잘 반응할뿐아니라 비금속인 수소와도 빛을 쪼여줄 때 화합한다.

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

이 반응은 공장에서 염화수소와 염산을 만드는데 리용되고있다.

염소기체는 단순물만이 아니라 화합물인 물 H_2O와도 반응한다.

염소수에서 일부 염소는 물과 반응하여 염산 HCl과 차아염소산 HClO를 만든다.

$$Cl_2 + H_2O = HCl + HClO$$

(차아염소산)

생긴 차아염소산은 색을 가진 물질을 산화시켜 색을 없애며 균을 죽이는 작용을 한다.

이와 같이 염소기체는 활성이 매우 큰 비금속이다.

참고 염소수가 센 산화작용을 하는 원인

염소수에 들어있는 차아염소산은 불안정하여 쉽게 분해되며 이때 원자상태의 산소 O가 생긴다.

$$HClO = HCl + O$$

이 원자상태의 산소 O가 특별히 활성이 커서 센 산화작용을 한다.

공장에서는 소금용액을 전기분해하는 방법으로 염소기체를 만들어 인민경제의 여러 부문에 널리 리용한다.(그림 5-5)

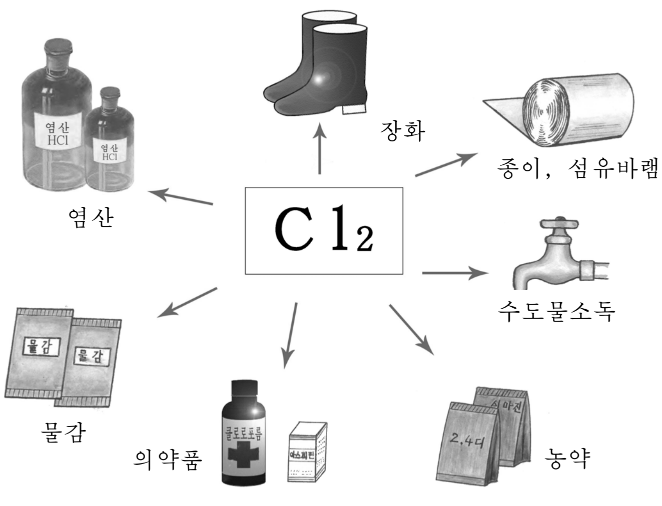


그림 5-5. 염소의 용도

염소는 독성이 있으므로 사람들에게 해를 준다.

공장에서 나오는 염소기체는 그냥 대기중에 버리면 공기를 심히 오염시킨다. 염소로 오염된 공기는 사람들의 건강을 해치며 동식물의 생활환경을 파괴한다.

세상에서 사람들을 가장 귀중한 존재로 여기고 보살펴주는 우리 나라에서는 위대한 장군님의 따뜻한 보살피심속에 사람들의 생활환경을 보호하기 위하여 공장, 기업소들에서 생겨나오는 염소기체를 대기중에 새여나가지 않도록 철저한 대책을 세우고있다.

할로겐

할로겐원소에는 염소와 함께 불소, 브롬, 요드원소들이 속한다.

할로겐이라는 말은 그리스말로 《염을 만든다.》는 뜻이다.

실제로 할로겐원소들은 염을 잘 만든다. 할로겐이라고 할 때는 보통 그 단순물들을 통털어 이르는 말이다.

단순물의 화학식은 불소 F_2, 염소 Cl_2, 브롬 Br_2, 요드 I_2이다.

할로겐원소들과 그 단순물들의 성질은 서로 매우 비슷하다.

그것은 할로겐원자들의 전자배치가 비슷하기때문이다.(표 5-4)

할로겐원자들의 전자배치　　　표 5-4

원소 \ 전자층	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*
$_{9}F$	2	7				
$_{17}Cl$	2	8	7			
$_{35}Br$	2	8	18	7		
$_{53}I$	2	8	18	18	7	

할로겐원자들의 전자배치에서 같은 점은 최외전자수가 모두 7개씩인것이다.

그러므로 할로겐원소들은 모두 전기적음성이 세며 가장 큰 산화수는 +7이고 가장 작은 산화수는 -1이다. 그리고 그것의 단순물들은 모두 활성이 큰 비금속들이다.

? 금속칼리움과 브롬 및 요드와의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

할로겐원소와 그 단순물들의 성질에서는 다른 점도 있다.

그것은 할로겐원자들의 전자배치에서 다른 점이 있기때문이다.

할로겐원자들에서는 원자번호가 커감에 따라 전자층의 수가 하나씩 늘어난다.(표 5-4)

그러므로 원자번호가 커감에 따라 할로겐원소들의 전기적음성은 점점 약해지고 할로겐들의 활성도 점점 작아지며 물리성질도 규칙적으로 변한다.(표 5-5)

할로겐의 물리성질 표 5-5

단순물의 이름과 화학식	보통조건에서의 모임상태	색	밀도/g·cm^{-3}	끓음점/℃
불소 F_2	기체	연한풀색	1.08(액체)	-188
염소 Cl_2	기체	노란풀색	1.58(액체)	-34
브롬 Br_2	액체	붉은밤색	3.12(액체)	59
요드 I_2	고체	검은회색	4.94(고체)	185

ⓘ 원자의 전자층의 수가 늘어남에 따라 그 원소들의 전기적음성이 점점 약해지는 까닭은 무엇인가?

ⓘ 표 5-5에서 할로겐의 물리성질들이 어떻게 규칙적으로 변하는가?

할로겐의 활성을 비교하여보자.



할로겐의 활성

① 시험관에 브롬화칼리움(KBr)용액을 2mL정도 넣고 거기에 염소수(Cl_2)를 몇방울 떨구어넣는다. 어떤 현상이 일어나는가를 본다.

② 시험관에 요드화칼리움(KI)용액을 2mL정도 넣고 거기에 브롬수(Br_2)를 몇방울 떨구어넣는다. 어떤 현상이 일어나는가를 본다.

브롬화칼리움용액에 염소수를 작용시키면 불그스름한 색의 브롬이 생기며 요드화칼리움용액에 브롬수를 작용시키면 검은 보라색의 요드가 생긴다.

$$2KBr + Cl_2 = 2KCl + Br_2$$

$$2KI + Br_2 = 2KBr + I_2$$

이것은 염소 Cl_2의 활성이 브롬 Br_2보다 크며 브롬 Br_2의 활성이 요드 I_2보다 크다는것을 보여준다.

따라서 할로겐의 활성차례는 다음과 같다.

$$F_2>Cl_2>Br_2>I_2$$

바다나물인 미역에는 요드가 많이 들어있다. 사람들은 미역을 식료품으로 리용하여 생명활동에 필요한 요드를 섭취한다.

병원에서 외상치료약으로 쓰는 요드팅크는 요드의 알콜용액이다.

참고 요드가 건강에 미치는 영향

사람은 하루에 보통 0.1~0.2mg정도의 요드를 반드시 영양으로 섭취하여야 한다.

요드가 부족하면 갑상선병에 걸려 키가 크지 못하고 지적능력이 심히 떨어지며 여러가지 질병에도 잘 걸리게 된다.

반대로 몸안에 요드가 너무 많이 들어있어도 건강에 나쁘다.

그러므로 사람들은 식료품을 통하여 요드를 정상적으로 조금씩 섭취하여야 한다.

요드는 미역이나 다시마와 같은 바다나물속에 요드화칼리움과 요드산칼리움형태로 들어있다.

요드부족증을 미리 막기 위하여서는 바다나물로 만든 식료품들을 정상적으로 먹어야 하며 정제소금에 요드화합물을 섞어 만든 요드소금을 먹어야 한다.

하루에 요드소금을 5g정도씩 먹으면 요드부족으로 생기는 질병을 예방할수 있다.

참고 할로겐의 발견

불소의 발견력사는 참으로 비극적이였다. 1670년에 독있는 기체인 불화수소(HF)가 발견된 후 수많은 학자들이 거의 200년동안이나 불소를 갈라내려고 목숨을 바치면서 애썼다. 드디여 1886년에 프랑스의 화학자 무아쌍이 불화수소를 전기분해하여 불소를 얻어내는데 성공하였다.

불소라는 이름은 그리스말로 《파괴자》라는 뜻을 담고있다.

염소는 1774년에 스웨리예의 화학자 쉘레가 이산화망간에 염산용액을 작용시켜 얻어냈다. 그러나 《염소》라는 이름으로 불리운것은 36년후인 1810년후부터이다. 염소라는 이름은 그리스말로 《풀색》이라는 뜻을 담고있다.

브롬은 1826년에 프랑스의 화학교원인 23살 난 발라르에 의하여 발견되였다. 그는 바다물을 증발시켜 소금을 갈라낸 다음 남은 액체에 염소기체를 작용시켜 붉은밤색의 브롬을 얻어냈다. 이 물질이 《역한 냄새》를 낸다는 그리스말의 뜻에서 브롬이라고 이름지었다.

요드는 1811년에 프랑스의 꾸르또아가 발견하였다. 그는 칠레질석($NaNO_3$)에 바다나물재를 섞어 가마에 넣고 열을 주는 실험을 하였다.

하루는 가마곁에서 식사를 하였는데 그의 어깨우에 올라앉았던 고양이가 뛰여내리면서 류산병을 넘어뜨렸다. 쏟아진 류산이 가마안에 흘러들어갔는데 뜻밖에도 보라색의 기체가 생겨나왔다. 꾸르또아는 여러차례의 실험을 반복하면서 사색과 연구를 꾸준히 진행하여 요드결정을 얻어내였다. 요드라는 이름은 그리스말로 《보라색》이라는 뜻을 담고 있다.

문 제

1. 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내여라.

$$KBr \rightarrow Br_2 \rightarrow HBr$$

2. 염소 Cl_2, 브롬 Br_2, 요드 I_2이 10g씩 있다. 이것들은 각각 몇 mol씩이며 또 그 분자는 몇개씩인가?

3. 3개의 병에 흰 물질들인 KCl, KBr, KI가 들어있다. 어떤 실험으로 이 물질들을 가려볼수 있겠는가?

4. 밀도가 0.001 38g/cm^3인 염소기체 500cm^3를 물 700mL에 용해시켰다. 얻어진 염소수의 %농도는 얼마인가? (**답**. 0.098%)

5. 밀도가 1.09g/cm^3이고 농도가 2mol/L인 KCl용액 40mL에 물 200g을 넣었다. 얻어진 용액의 %농도는 얼마인가?

(**답**. 2.45%)

6. 밀도가 1.10g/cm^3인 20% 염산용액 300mL에 물을 넣어 농도가 2mol/L인 용액을 만들려고 한다. 넣어야 할 물은 몇mL이며 얻어진 용액의 체적은 몇mL인가? (**답**. 604mL, 904mL)

7. 다음의 문장에서 옳고그른것을 가려내고 그 근거를 설명하여라.

ㄱ) 전기적양성이 센 원소가 만든 단순물은 금속으로서의 활성이 크다.

ㄴ) 분자로 이루어진 단순물의 화학식은 그 원소의 원소기호와 같다.

ㄷ) 원소는 전기적양성과 전기적음성을 다 가지는데 그가운데서 어느 하나가 세게 나타난다.

ㄹ) 원소는 전기적양성과 전기적음성을 다 가지지 않는다.

ㅁ) 전기적음성이 센 원소가 만든 단순물은 비금속으로서의 활성이 크다.

ㅂ) 원자로 이루어진 단순물의 화학식은 그 원소의 원소기호와 다르다.

제4절. 드문기체

공기속에는 분자상태의 산소(O_2), 질소(N_2)와 함께 원자상태의 헬리움(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 크세논(Xe)이 적게나마 들어있다.

이 기체들이 자연계에 매우 드물게 존재한다고 하여 통털어 드문기체라고 부른다.

드문기체원소

드문기체원소들은 전기적양성을 가지지 않고 전기적음성도 가지지 않는다. 그것은 원자들의 전자배치와 관련된다.

드문기체원자들의 전자배치 표 5-6

전자층 / 원소	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*
$_{2}He$	2					
$_{10}Ne$	2	8				
$_{18}Ar$	2	8	8			
$_{36}Kr$	2	8	18	8		
$_{54}Xe$	2	8	18	18	8	

표 5-6에서 보는것처럼 드문기체원자들에서는 최외전자수가 모두 8개씩(He에서만은 2개)으로서 안정한 다찬전자층을 가진다.

그러므로 다른 원자들과 전자를 주고받지 않으며 따라서 전기적양성도, 전기적음성도 가지지 않는다. 또한 드문기체원자들끼리도 결합하지 않으므로 원자상태로 존재한다.

드문기체(단순물)의 성질과 용도

드문기체는 원자가 그대로 단순물로 된다. 그러므로 화학식은 원소기호와 같다.

드문기체는 활성이 거의 없으므로 다른 물질들과 반응하지 않는다.

이런 성질에 기초하여 아르곤을 전등속에 넣는다.

드문기체는 물에 거의나 용해되지 않는다. 그가운데서도 헬리움이 제일 적게 용해되는데 이 성질에 기초하여 헬리움은 잠수부들이 쓰는 호흡용공기에 질소대신으로 넣는다. 이렇게 하면 질소가 혈액에 용해되여 생기는 잠수병을 예방할수 있다.

헬리움은 가볍고 불타지 않는 기체이므로 비행선이나 기구에 넣는다.

드문기체는 여러가지 색갈의 장식등을 만드는데 쓰인다.

량끝에 전극을 단 유리관속의 공기를 뽑아내고 네온기체를 넣은 다음 높은 전압을 걸어주면 전기가 흐르면서 연분홍색의 빛을 낸다. 드문기체들이 내는 색은 서로 다르다.(표 5-7)

드문기체가 강한 전기 마당속에서 내는 색 표 5-7

헬리움(He)	진한 노란색
네 온(Ne)	연분홍색
아르곤(Ar)	붉은색
크립톤(Kr)	풀색
크세논(Xe)	보라색

드문기체는 공기속에서 갈라낸다.

(?) 드문기체원소가 양성원소인가 음성원소인가? 그 단순물은 금속인가 비금속인가?

참 고 드문기체의 존재와 발견

드문기체는 공기속에 약 1% 들어있는데 아르곤이 대부분이고 나머지는 극히 적다. 헬리움은 태양속에 많이 들어있는데 태양질량의 약 45%를 차지한다.

드문기체는 자연계에 매우 적게 있고 좀처럼 화학반응을 하지 않기때문에 다른 원소들보다 뒤늦게야 발견되였다.

1894년에 아르곤이 발견되였다. 공기속의 습기와 이산화탄소를 없애고 산소와 질소마저 다 없앴는데도 남아있는 기체가 있었다. 이것이 아르곤이였다.

그후 1898년에 네온, 크립톤, 크세논을 역시 공기로부터 갈라내는데 성공하였다.

문 제

1. 다음 문장들의 □안에 알맞는 말을 써넣어라.

ㄱ) 드문기체원자들은 자기들끼리도 결합하지 않으므로 원자상태의 □을 이룬다.

ㄴ) 드문기체들은 활성이 거의 없으므로 다른 물질과 □하지 않으며 자연계에 □상태로 존재한다.

2. 단순물인 알카리금속, 할로겐, 드문기체의 성질을 비교하고 다른 점을 설명하여라.

3. 보통조건에서 기체인 단순물가운데서 분자로 이루어진것과 원자로 이루어진것의 실례를 5가지씩 들고 그것들의 화학식을 써보아라.

4. 공기속에 아르곤이 체적으로 0.93% 들어있다. 표준조건에서의 공기 500m^3로부터 아르곤을 몇 m^3나 갈라낼수 있겠는가?

5. 다음 문장들에서 옳고그른것을 가려내고 그 까닭을 설명하여라.

ㄱ) 화학원소의 성질은 그 원자의 전자배치와 관계없다.

ㄴ) 단순물의 성질은 그 원소의 성질과 관계있다.

ㄷ) 원소의 전기적양성과 전기적음성의 세기는 그 원자의 전자배치에서 전자층의 수와 관계없다.

ㄹ) 원소의 산화수의 크기는 그 원자의 전자배치에서 전자층의 수와 관계있다.

ㅁ) 원소의 전기적양성과 전기적음성의 세기는 그 원자의 전자배치에서 최외전자수와 관계있다.

제5절. 멘델레예브원소주기법칙

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《자연과 사회는 다 자기의 발전법칙을 가지고있습니다.》

다른 모든 자연현상과 마찬가지로 화학에서 연구하는 물질의 변화도 엄밀한 법칙성을 띠고 진행된다. 그러므로 이 법칙성을 잘 알고 옳게 리용할 때 우리는 필요한 새로운 물질을 만들어낼수도 있으며 또 우리의 요구에 맞게 물질의 변화를 조절할수도 있다.

물질세계의 객관적인 법칙의 하나인 원소주기법칙을 정확히 리해하는것은 화학학습에서 참으로 중요한 의의를 가진다.

멘델레예브원소주기법칙은 화학원소들의 성질이 그 원소의 원자번호와 어떤 관계에 있는가를 밝혀준 법칙이다.

원소주기법칙은 1869년에 로씨야의 화학자 데.이. 멘델레예브가 발견하였다.

참고 멘델레예브

데. 이. 멘델레예브(1834-1907)는 그때까지 알려진 60여개의 화학원소들을 놓고 그것들의 성질이 원자량과 어떤 관계가 없겠는가를 착상하고 정력적인 탐구와 연구를 진행하였다. 고심어린 연구끝에 그는 화학원소들을 원자량이 커지는 차례로 배렬하였을 때 원소의 성질에서 주기적인 변화가 나타난다는것을 발견하고 그것을 주기법칙으로 세상에 내놓았다. 그는 주기법칙에 기초하여 그때까지 아직 알려지지 않은 몇가지 화학원소들의 자리를 비여놓고 그것들의 성질도 상세히 예언하였다.

그후 여러 화학자들에 의하여 그 원소들이 발견되였으며 그 성질이 멘델레예브가 예언했던것과 같았으므로 주기법칙의 정당성이 확고히 증명되였다.

20세기초에 들어와 원자구조가 밝혀지면서 원소들의 성질은 원자량보다 원자번호(양성자의 수)와 더 깊은 관계를 가진다는것이 확증되였다.

원자번호와 원자들의 전자배치사이에는 어떤 관계가 있는가?

먼저 원자번호와 전자배치사이의 관계를 보자.

Z=3인 $_{3}$Li으로부터 *Z*=20인 $_{20}$Ca까지의 화학원소들에서 원자번호가 커감에 따라 원자들의 전자배치가 어떻게 변하는가?(표 5-8)

Z = 3~20인 원자의 전자배치 표 5-8

최외 전자수 전자 층수	1	2	3	4	5	6	7	8
2	$_{3}$Li 1 2	$_{4}$Be 2 2	$_{5}$B 3 2	$_{6}$C 4 2	$_{7}$N 5 2	$_{8}$O 6 2	$_{9}$F 7 2	$_{10}$Ne 8 2
3	1 $_{11}$Na 8 2	2 $_{12}$Mg 8 2	3 $_{13}$Al 8 2	4 $_{14}$Si 8 2	5 $_{15}$P 8 2	6 $_{16}$S 8 2	7 $_{17}$Cl 8 2	8 $_{18}$Ar 8 2
4	1 8 $_{19}$K 8 2	2 8 $_{20}$Ca 8 2						

표 5-8에서 보는바와 같이 원자번호가 커감에 따라 원자의 최외전자수가 1에서부터 8까지 하나씩 규칙적으로 늘어난다.

그리고 다음에는 전자층의 수가 하나 늘면서 이런 규칙적인 변화가 되풀이된다.(그림 5-6)

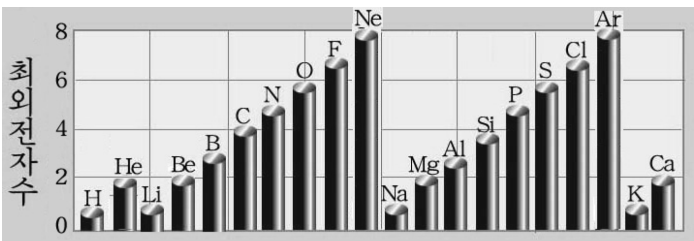


그림 5-6. 최외전자층전자수의 주기적인 변화

이와 같이 원자번호가 커감에 따라 원자들의 전자배치는 매우 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

원자의 전자배치가 달라지면 원소의 성질도 달라진다.

이번에는 원자번호와 원소의 성질사이의 관계를 보자.

원자번호가 커감에 따라 원자들의 전자배치가 규칙적으로, 주기적으로 변하면 그에 맞게 원소들의 성질도 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

최외전자수가 1부터 7까지 늘어남에 따라 원소들의 전기적양성은 점점 약해지고 반대로 전기적음성은 점점 세진다. 그리고 원소의 산화수는 +1로부터 +7까지 점점 커진다. 그다음에는 전자층의 수가 하나 늘면서 이런 변화가 되풀이된다.

표 5-8에서 보면 전기적양성이 세고 산화수가 +1인 알카리금속원소로부터 시작하여 전기적음성이 세고 산화수가 +7인 할로겐원소를 거쳐 드문기체원소로 규칙적으로 변하며 그다음에 이런 변화가 되풀이된다.

이로부터 원소주기법칙을 다음과 같이 정식화할수 있다.

원자번호가 커감에 따라 화학원소들의 성질은 주기적으로 변한다. 이것을 **멘델레예브원소주기법칙**이라고 부른다.

문 제

1. 표 5-8을 보면서 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) $_{3}Li$으로부터 $_{10}Ne$까지와 $_{11}Na$로부터 $_{18}Ar$까지의 원소들의 전자배치에서 같은 점과 다른 점은 무엇인가?

ㄴ) $_{3}Li$으로부터 $_{9}F$까지와 $_{11}Na$로부터 $_{17}Cl$까지의 원소들에서 전기적양성은 점점 약해지고 반대로 전기적음성은 점점 세지는 까닭은 무엇인가? 그리고 원소의 가장 큰 산화수가 +1로부터 +7까지로 점점 하나씩 커지는 까닭은 무엇인가?

2. $_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{13}Al$원자들의 전자배치를 전자층기호모형으로 나타내고 어느 원자에서 최외전자가 떨어져나가기 쉬운가를 설명하여라.

3. $_{15}P$, $_{16}S$, $_{17}Cl$원자들의 전자배치를 전자층기호모형으로 나타내고 어느 원자가 최외전자층에 전자 몇개를 받아들이겠는가를 설명하여라.

4. 다음의 말들은 서로 어떻게 다른가?

ㄱ) 전기적양성과 양성원소

ㄴ) 전기적음성과 음성원소

ㄷ) 최외전자층과 최외전자수

ㄹ) 전자층과 다찬전자층

제6절. 멘델레예브원소주기표

멘델레예브원소주기표는 원소의 주기법칙에 기초하여 성질이 비슷한 화학원소들이 아래우에 놓이도록 원자번호차례로 배렬하여 놓은 표이다.(표 5-9)

멘델레예브원소주기표 표 5-9

족 / 주기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	○	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Ti	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	●	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds								

□ 금속원소 ■ 비금속원소

할로겐원소 (17족)
드문기체원소 (18족)
베릴리움족원소 (2족)
알카리금속원소 (1족)

전형원소 (1~2족) 파도원소 (3~12족) 전형원소 (13~18족)

○ 란타노이드 ●악티노이드

원소주기표의 구성

멘델레예브원소주기표는 7개의 주기와 18개의 족으로 되여있다.

그래서 현재 쓰고있는 주기표를 18족형원소주기표라고도 부른다.

원소주기표에서 가로줄을 주기라고 부른다. 주기는 화학원소들을 원자번호가 커지는 차례로 배렬할 때 원자의 전자배치와 원소의 성질이 규칙적으로 변해가는 한돌기의 원소무리이다.

첫 세개의 주기에는 화학원소의 수가 적고 나머지 네개의 주기에는 화학원소의 수가 많다. 그래서 1, 2, 3주기를 짧은주기라고 부르고 4, 5, 6, 7주기를 **긴주기**라고 부른다.

? 짧은주기와 긴주기에 각각 화학원소들이 몇개씩 배렬되여있는가?

원소주기표에서 세로줄을 족이라고 부른다. 족은 원자의 전자배치와 원소의 성질이 매우 비슷한 화학원소들의 무리이다.

18개의 족가운데서 9개의 족은 전형원소이고 나머지 9개의 족은 파도원소이다.

짧은주기와 긴주기의 원소들로 이루어진 1, 2, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18족이 전형원소이고 긴주기의 원소들만으로 이루어진 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11족이 파도원소이다.

참고 화학원소의 분류

화학원소들은 무엇을 기준으로 보는가에 따라 여러가지로 나누어진다.

① 화학원소가 어떤 단순물을 만드는가에 따라 금속원소와 비금속원소로 나누어진다.

② 화학원소의 성질에 따라서는 양성원소와 음성원소로 나눈다.

③ 화학원소의 전자적구조(전자배치)에 따라서는 전형원소와 파도원소로 나눈다.

원소주기표의 매 원소족에는 고유한 이름이 있다. 대체로는 원소족의 맨우에 놓여있는 원소의 이름을 따서 부른다. 2족을 베릴리움족원소, 12족은 아연족원소, 13족은 붕소족원소, 14족은 탄소족원소, 15족은 질소족원소, 16족은 산소족원소라고 부른다.

원소족의 특성을 반영하여 불인 이름도 있다. 1족을 알카리금속원소족, 17족을 할로겐원소족, 18족을 드문기체원소족이라고 부른다. 그밖에 란타노이드와 악티노이드가 있다.

참고 란타노이드와 악티노이드

란타노이드에는 원자번호가 57인 란탄(La)으로부터 원자번호가 71인 루테티움(Lu)까지의 15개 원소가 속한다. 이 원소들은 모두 3족원소들과 성질이 매우 비슷하므로 3족에 놓인다.

악티노이드에는 Z=89인 악티니움(Ac)으로부터 Z=103인 로렌시움(Lr)까지의 15개 원소가 속한다. 이 원소들도 모두 3족원소들과 성질이 매우 비슷한 3족원소들이다.

란타노이드와 악티노이드는 원소주기표의 맨밑에 따로 배렬하였다.

원소주기표와 전자배치사이의 관계

원소주기표에는 매 화학원소들의 전자배치가 잘 반영되여있다.

① 원소주기표의 원자번호는 전자층들에 배치된 전자의 총수와 같다.

례를 들어 Z=20인 칼시움원자에서는 20개의 전자가 전자층들에 배치되여있다.

② 원소주기표의 주기번호는 전자배치에서 전자층의 수와 같다.

례를 들어 제3주기에 놓여있는 원소들의 전자층의 수는 모두 3개씩이다.

③ 전형원소들에서는 원소주기표의 족번호에서 하나자리수가 전자배치에서 최외전자수와 같다.

례를 들어 2족과 12족원소들의 최외전자수는 2개씩이며 15족원소들의 최외전자수는 5개이다.

원소의 주기표와 원자의 전자배치사이의 이런 관계를 알고있으

면 어떤 전형원소에 대해서도 그것이 주기표에 놓여있는 자리(원자번호, 주기번호, 족번호)를 보고 그 원자의 전자배치를 모형으로 나타낼수 있다.

ⓘ 제3주기 16족 16번원소인 류황(S)의 전자층기호모형을 나타내여라.

원소주기표와 원소의 성질사이의 관계

원소주기표와 원소의 성질사이에도 밀접한 관계가 있다.

화학원소의 성질에서 중요한것은 전기적양성과 전기적음성 그리고 산화수이다.

① 같은 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 원소의 전기적양성은 점점 약해지고 반대로 전기적음성은 점점 세진다.

② 같은 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 원소의 산화수도 규칙적으로 변한다. +산화수는 +1로부터 +7까지 커지며 -산화수는 -4로부터 -1까지 변한다.

③ 같은 족안에서는 원자번호가 커감에 따라 원소의 전기적양성이 점점 세지고 반대로 전기적음성은 점점 약해지며 산화수의 크기는 변함없다.

ⓘ 원소주기표에서의 자리에 기초하여 칼시움원소와 류황원소의 성질을 비교하여 설명하여라.

원소주기표와 단순물사이의 관계

원소주기표는 원소들이 만든 단순물의 종류와 그 성질도 반영하고있다.

멘델레예브원소주기표에서는 원자번호가 커감에 따라 단순물의 종류와 그 성질도 매우 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

단순물의 성질에서 중요한것은 금속으로서의 활성과 비금속으로서의 활성이며 간단히는 금속성과 비금속성이다.

① 같은 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 단순물의 금속성은 점점 약해지고 반대로 비금속성은 점점 세진다.

례를 들어 3주기안에서 보면 Na→Mg→Al→Si→P→S→Cl로 가면서 금속성은 점점 약해지고 비금속성은 세진다. 실제로 단순물

인 Na, Mg, Al은 금속이지만 Si, P, S, Cl_2은 비금속이다.

② 같은 족안에서는 원자번호가 커감에 따라 단순물의 금속성이 점점 세지고 반대로 비금속성은 점점 약해진다.

례를 들어 탄소족에서는 C→Si→Ge→Sn→Pb으로 가면서 금속성이 세지고 비금속성은 약해진다. 실제로 단순물인 C와 Si는 비금속이지만 Sn과 Pb는 금속이다.

ⓘ 원소주기표에서 금속성이 제일 센 단순물과 비금속성이 제일 센 단순물은 무엇인가?

참고 멘델레예브원소주기표의 활용

원소주기표를 활용한다는것은 원소주기표와 원자의 전자배치 그리고 원소의 성질, 단순물사이의 관계를 잘 알고 어떤 전형원소에 대하여서든지 주기표에 놓여있는 자리에 기초하여 그 원소에 대한 많은 지식들을 알아낸다는것을 의미한다.

그저 화학원소들의 이름을 외우고 그 배렬순서를 알거나 원자량을 찾아보는것은 활용이 아니다.

원소주기표를 활용할줄 아는 사람은 적어도 임의의 화학원소가 주기표에 놓여있는 자리를 찾아보고 그것에 기초하여 다음과 같은것을 알아낼수 있어야 한다.

① 주어진 원소의 원자의 전자배치모형(전자층그림모형, 전자층기호모형)

② 주어진 원소가 양성원소인가 음성원소인가?

③ 주어진 원소가 만든 단순물의 종류와 그 성질

④ 주어진 원소가 가질수 있는 산화수의 크기

⑤ 수소와의 화합물과 그 화학식

⑥ 산소와의 화합물(산화물)들과 그 화학식 및 성질(산성, 염기성)

⑦ 수산화물(염기와 옥소산)과 그 화학식 및 성질(산성과 염기성, 산화제적성질과 환원제적성질)

원소주기표를 리용하여 이런 지식을 알아낼수 있게 되면 원소주기법칙과 주기표를 잘 습득하였다고 말할수 있다.

탐구 —원소주기표를 활용하여 새 지식 알아보기 (1)—

원소주기표를 펼치고 제3주기 제16족 16번원소를 찾으라.

① 무슨 원소인가.

② 원자의 전자배치모형을 나타내여라.

③ 원소의 전기적양성이 세겠는가 전기적음성이 세겠는가.

④ 원소의 가장 큰 +산화수와 –산화수는 얼마인가.

⑤ 원소가 만든 단순물이 금속인가 비금속인가 그리고 금속으로서의 활성이 크겠는가, 비금속으로서의 활성이 크겠는가?

⑥ 산화물의 화학식을 세워라. 산화물은 산성산화물인가 염기성산화물인가?

⑦ 수산화물의 화학식을 세워라. 수산화물은 옥소산인가 염기인가?

⑧ 수소화합물의 화학식을 세워라.

문 제

1. 원자번호가 7, 9, 11, 13, 16, 18, 21, 23인 화학원소들에 대하여 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 전형원소는 어느것이고 파도원소는 어느것인가?

ㄴ) 전형원소들가운데서 최외전자수가 1인것과 3인것은 어느것인가?

ㄷ) 할로겐원소는 어느것이고 드문기체원소는 어느것인가?

2. 제4주기 16족 34번원소인 셀렌(Se)의 전자층기호모형을 나타내고 그 원소의 성질을 말하여라.

3. 원소주기표에서 루비디움(Rb)과 비소(As)의 자리를 찾고 그것들의 전자층기호모형을 나타낸 다음 그것에 기초하여 원소들의 성질을 말하여라.

4. 다음의 전자층기호모형을 보고 그 원소가 원소주기표의 몇주기, 몇족의 무슨 원소인가를 알아내여라.

ㄱ) K-2, L-8, M -4

ㄴ) K-2, L-8, M -18, N -4

ㄷ) K-2, L-8, M - 8, N -1

5. 17족원소들의 전자층기호모형을 나타내고 전자배치에서의 같은 점을 찾은 다음 성질에서 비슷한 점을 설명하여라.

6. 전기적양성이 제일 센 원소와 전기적음성이 제일 센 원소는 원소주기표의 어느 자리에 놓인 무슨 원소인가?

7. 다음의 말들에서 다른 점이 무엇인가?

ㄱ) 전기적양성과 금속으로서의 활성

ㄴ) 전기적음성과 비금속으로서의 활성

제7절. 멘델레예브원소주기표에서 화합물의 성질변화

멘델레예브원소주기표에서는 원소들이 만든 산화물과 수산화물들의 성질도 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

산화물의 성질변화

산화물의 성질에서 중요한것은 산성과 염기성이다.

앞에서 배운바와 같이 양성원소의 산화물은 염기성을 가진 염기성산화물이며 음성원소의 산화물은 산성을 가진 산성산화물이다.

그리고 량성원소의 산화물은 산성도 가지고 염기성도 다 가진 량성산화물이다.

원자번호가 커감에 따라 화학원소들의 전기적양성과 전기적음성이 규칙적으로, 주기적으로 변하는데 따라 그 원소들이 만든 산화물들의 산성과 염기성도 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

원소주기표의 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 산화물의 염기성은 점점 약해지고 반대로 산성은 점점 세지며 그 중간에서는 량성을 가진다.

례를 들어 원소주기표의 제3주기에 놓여있는 원소들이 만든 산화물의 성질은 다음과 같이 변한다.

Na_2O, MgO, Al_2O_3, SiO_2, P_2O_5, SO_3, Cl_2O_7

← 염기성 — 량성 ——— 산성 →

이런 변화가 원소주기표의 매 주기마다에서 되풀이된다.

ⓘ 원소의 산화수크기에 기초하여 제2주기원소들이 만드는 산화물의 화학식을 세워라.

원소주기표의 족안에서는 원자번호가 커감에 따라 산화물의 염기성은 점점 세지고 반대로 산성은 점점 약해진다.

ⓘ 왜 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 산화물의 산성이 점점 세지는데 반대로 족안에서는 그것이 약해지는가?

수산화물의 성질변화

옥소산과 염기를 통털어 수산화물이라고 부르는데 그것은 조성에 다같이 수산기(OH)를 가지고있는 화합물들이기때문이다.

수산화물의 중심원소를 X라고 하면 수산화물의 일반식을 XOH로 쓸수 있다.

수산화물을 이루고있는 중심원소 X가 양성원소인가 음성원소인가에 따라 옥소산과 염기로 갈라진다.

양성원소의 수산화물은 수용액에서 수산이온(OH^-)을 내면서 해리된다.

$$XOH \rightleftharpoons X^+ + OH^-$$

따라서 이 수산화물은 염기성을 가지는 염기이다.

음성원소의 수산화물은 수용액에서 수소이온(H^+)을 내면서 해리된다.

$$XOH \rightleftharpoons XO^- + H^+$$

따라서 이 수산화물은 산성을 가지는 옥소산이다.

중심원소 X가 량성원소일 때는 그 수산화물이 산으로 해리되기도 하고 염기로 해리되기도 한다.

$$\underset{(\text{염기성})}{OH^- + X^+} \rightleftharpoons XOH \rightleftharpoons \underset{(\text{산성})}{XO^- + H^+}$$

따라서 이 수산화물은 산성도 가지고 염기성도 가지는 량성수산화물이다.

이렇게 수산화물들의 산성과 염기성은 중심원소의 성질에 의존된다.

원소주기표의 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 수산화물

들의 염기성은 점점 약해지고 반대로 산성은 점점 세진다.

례를 들어 제3주기에 놓여있는 원소들이 만든 수산화물들의 성질은 다음과 같이 변한다.

$NaOH$, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, H_2SiO_3, H_3PO_4, H_2SO_4, $HClO_4$

← 염기성 —— 량성 —— 산성 →

이런 변화가 원소주기표의 매 주기마다에서 되풀이된다.

Ⓠ 중심원소의 산화수의 크기에 기초하여 제2주기원소들이 만드는 수산화물의 화학식을 세워라.

원소주기표의 족안에서는 원자번호가 커감에 따라 수산화물의 염기성은 점점 세지고 반대로 산성은 점점 약해진다.

Ⓠ 왜 주기안에서는 원자번호가 커감에 따라 수산화물의 염기성이 점점 약해지는데 족에서는 반대로 세지는가?

이와 같이 원소주기표에서는 화학원소들이 만든 화합물인 산화물과 수산화물들의 산성과 염기성이 원자번호가 커감에 따라 매우 규칙적으로, 주기적으로 변한다.(표 5-10)

산화물과 수산화물의 산성과 염기성의 변화 **표 5-10**

주기 \ 족	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
1 2 3 4 5 6 7	염기성이 약해지고 산성이 세진다. → ↓ 염기성이 세진다. 산성이 약해진다. ↑ 염기성이 약해진다. 산성이 세진다. ← 염기성이 세지고 산성이 약해진다.

탐구 원소주기표를 활용하여 새 지식 알아보기 (2)

원소주기표를 펼치고 제4주기 16족 34번(Z=34)원소에 대하여 다음과 같은것을 알아내여라.

① 원자의 전자배치모형을 나타내여라.

② 원소는 전기적양성이 세겠는가 전기적음성이 세겠는가?

③ 원소의 가장 큰 산화수와 가장 작은 산화수의 크기

④ 양성원소인가 음성원소인가? 그리고 전형원소인가 파도원소인가?

⑤ 단순물이 금속인가 비금속인가?

⑥ 산화물의 화학식은 무엇인가?

⑦ 산화물은 염기성산화물인가 산성산화물인가?

⑧ 수산화물의 화학식은 무엇인가? 수산화물이 염기인가 옥소산이겠는가?

⑨ 수소화합물의 화학식은 무엇인가?

문 제

1. 염기성산화물과 산성산화물의 화학조성에서와 성질에서의 다른 점이 무엇인가를 설명하여라.
2. 옥소산과 염기의 화학조성에서와 성질에서의 다른 점이 무엇인가를 설명하여라.
3. 류황의 산화수가 +4, +6이라는것을 알고 류황의 산화물과 수산화물들의 화학식을 세워라.
4. 알루미니움의 산화수가 +3이라는것을 알고 산화물과 수산화물의 화학식을 세워라.
5. 중심원소 X의 산화수가 +1, +2, +3, +4, +5, +6, +7인 산화물의 화학식과 산화수가 -4, -3, -2, -1인 수소화합물의 화학식을 세워라.

제8절. 전기음성도

화학원소의 성질에서 중요한것은 전기음성도와 산화수, 원자가이다.

원소의 전기음성도는 전기적양성과 전기적음성의 세기를 비교하기 쉽게 수자로 나타낸것이다.

원소의 전기적음성이 세다는것은 원자가 전자를 끌어당기는 힘이 세다는것을 의미하며 반대로 원소의 전기적양성이 세다는것은 원자가 전자를 잘 내주고 전자를 끌어당기는 힘은 약하다는것을 의미한다.

그러므로 원소의 전기적음성을 비교하자면 그 원소의 원자가 전자를 끌어당기는 힘을 비교해보면 된다.

불소(F)원자가 전자를 끌어당기는 힘을 기준하여 그것과 비교한다.

원소의 원자가 전자를 끌어당기는 힘의 크기를 비교한 수자를 원소의 전기음성도라고 부른다.(표 5-11)

원소의 전기음성도값을 기호 x로 표시한다.

원소의 전기음성도 표 5-11

H 2.1						
Li 1.0	Be 1.5	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.2	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
K 0.8	Ca 1.0	Ga 1.6	Ge 2.2	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
Rb 0.8	Sr 1.0	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.6
Cs 0.7	Ba 0.9	Ti 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2

원소의 전기음성도값(x)은 0.7(Cs)로부터 4.0(F)사이에 있다.

표 5-11에서 보는바와 같이 붕소(B)의 전기음성도는 2, 질소(N)의 전기음성도는 3, 불소(F)의 전기음성도는 4이다.

이것은 이 원소들의 원자가 전자를 끌어당기는 힘 즉 전기음성이 리티움(Li)보다 2배, 3배, 4배 세다는것을 의미한다.

원소의 전기음성도값에 의하여 원소들의 전기적양성과 전기적

음성의 세기를 비교할수 있다. 전기음성도가 큰 원소일수록 전기적음성이 세고 전기적양성은 약하다.

또한 원소의 전기음성도값에 의하여 화학원소들을 분류할수 있다.

전기음성도값이 1.8보다 작은 원소들이 양성원소이고 2.1보다 큰 원소들은 음성원소이다.

양성원소 … $x<1.8$, 음성원소 … $x>2.1$

(?) 표 5-11을 보면서 양성원소 5개, 음성원소 5개를 지적하여라.

화학원소의 중요한 성질의 하나인 전기음성도값은 원소주기표에서 원자번호가 커감에 따라 규칙적으로, 주기적으로 변한다.

원소의 전기음성도는 원소들의 전기적음성과 전기적양성의 세기를 비교하며 화학원소들을 분류하는데만 리용되는것이 아니다. 앞으로 학습하게 될 화학결합의 형태를 구분하는데와 결합의 극성을 판단하고 비교하는데 널리 리용된다.

문 제

1. 아래의 원소들에 대하여 표 5-11를 보면서 다음의 물음에 대답하여라.

Be, B, Ca, Ge, Se, Br, K, Sn, I, Pb, As

ㄱ) 양성원소와 음성원소는 어느것인가?

ㄴ) 양성원소들을 전기적양성의 순서로 배렬하여라.

ㄷ) 음성원소들을 전기적음성의 세기순서로 배렬하여라.

ㄹ) 전기적음성의 세기가 K의 3배인 원소는 어느것인가?

ㅁ) 전기적음성의 세기가 Ca의 2배인 원소는 어느것인가?

2. 전기음성도값에는 왜 단위가 없는가?

3. 전기음성도값을 보지 않고 원소주기표에 의하여서도 원소들의 전기음성의 세기를 비교할수 있다. 왜 그런가?

4. 원소주기표에서 서로 멀리 떨어져서 놓여있는 원소들과 가까이에 놓여있는 원소들사이에는 어느것이 전기음성도차이가 크겠는가? 그 리치는 무엇인가?

5. 원소의 중요한 성질들인 전기음성도와 산화수는 어떻게 다른가?

제9절. 화학결합

지금까지 알려진 화학원소의 수는 110여가지밖에 안되지만 그것으로 만들어진 물질의 수는 헤아릴수 없이 많다.

그러면 얼마 안되는 화학원소들이 어떻게 그 많은 물질들을 만들었겠는가?

원소의 원자들은 각이하게 결합하여 분자를 이루기도 하고 결정을 이루기도 하면서 여러가지 물질을 만든다.

분자나 결정을 이루고있는 원자들사이의 호상작용을 화학결합이라고 부른다.

화학결합에는 이온결합, 공유결합, 금속결합이 있다.

이온결합과 이온결정

소금(염화나트리움 NaCl)결정은 이온으로 이루어진 물질인데 양이온인 Na^+과 음이온인 Cl^-이 결합하여 만들어졌다.

나트리움원자 $_{11}Na$와 염소원자 $_{17}Cl$가 만나면 $_{11}Na$은 전자 한개를 $_{17}Cl$에 넘겨주고 Na^+으로 되며 $_{17}Cl$는 그 전자를 받아 Cl^-으로 된다. 생긴 Na^+과 Cl^-은 전기적끌힘으로 서로 결합한다.(그림 5-7)

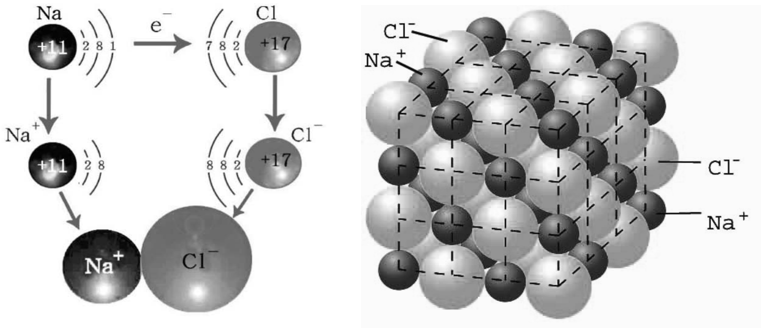


그림 5-7. 이온결합의 형성

양이온과 음이온사이의 전기적끌힘에 의하여 이루어지는 화학결합을 이온결합이라고 부른다.

이온결합을 간단히 점전자기호와 이온식으로 나타낼수 있다.

$$\dot{Na} + \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \longrightarrow [Na]^{+} + [:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:]^{-} \longrightarrow Na^{+}Cl^{-}$$

참고 점전자기호와 이온기호, 이온식

점전자기호라는것은 원자의 최외전자들만을 점으로 나타낸 원소기호를 말한다.

[례] 산소의 점전자기호 $\cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}:$ (K-2, L-6)

이온기호라는것은 이온의 이온가를 어깨에 표시한 원소기호를 말한다.

[례] Na^{+}, Cl^{-}, Ca^{2+}, SO_4^{2-}

이온식이라는것은 이온기호로 표시한 화학식을 말한다.

[례] $Na^{+}Cl^{-}$, $H_2^{+}SO_4^{2-}$, $Al^{3+}Cl_3^{-}$

이온결합은 어떤 원소의 원자들사이에서 일어나는가?

이온결합은 전기적양성이 센 양성원소의 원자와 전기적음성이 센 음성원소의 원자사이에서 일어난다. 보통 두 원소의 전기음성도차 (x_2-x_1)가 2.0보다 클 때 이온결합을 한다.

$$\Delta x = x_2 - x_1 > 2.0$$

이온결합으로 이루어진 화합물에서는 양이온둘레에는 음이온들이 들어붙고 반대로 음이온둘레에 양이온들이 들어붙어서 이온들이 규칙적으로 배렬된 결정이 이루어진다.(그림 5-8)

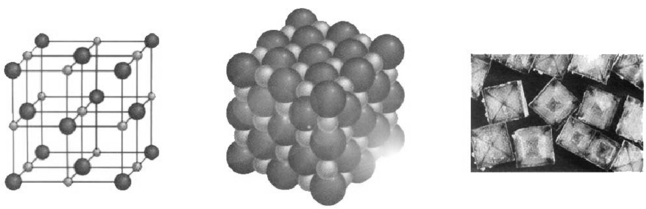


그림 5-8. 소금결정

이온결합으로 이루어진 결정을 이온결정이라고 부른다.

이온결정의 결정마디에는 양이온과 음이온이 엇바뀌여 규칙적으로 배렬되여있다.

참고 이온결정의 화학식

이온결정은 수많은 양이온들과 음이온들이 결합하여 이루어졌다. 그러므로 소금의 화학식은 Na_nCl_n로 생각할수 있다.(여기서 n은 이온의 수이다.)

그러나 그렇게 복잡하게 쓰지 않고 간단히 조성식으로 쓰기로 약속하였다.

즉 이온결정으로 된 물질의 화학식은 이온의 종류와 그 개수비로 쓴다. 소금의 화학식은 Na^+와 Cl^-이 1:1로 결합되여있으므로 NaCl로 쓴다.

이온결정으로 된 물질은 특수한 성질을 가진다.

이온결합은 전기적끌힘에 의한 결합이므로 매우 든든하다.

그러므로 이온결정으로 된 물질들은 모두 녹음점이 높고 굳다.

례를 들어 소금의 녹음점은 약 800℃이고 마그네샤크링카의 녹음점은 2 800℃나 된다.

또한 이온결정으로 된 물질들은 부스러지기 쉽다. 그것은 결정에 힘이 작용할 때 같은 부호의 이온들이 서로 맞서게 되는것과 관련된다.(그림 5-9)

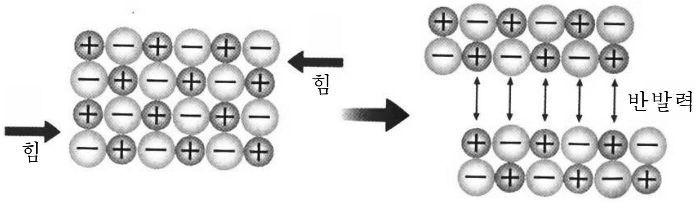


그림 5-9. 이온결정의 부스러짐

다음으로 이온결정으로 된 물질들은 거의다 전해질이다. 고체상태로 있을 때는 전기를 흘러보내지 않지만 용융상태와 수용액에서는 전기를 잘 흘러보낸다.

이온결정으로 된 물질들은 대체로 물에 잘 용해된다.

공유결합

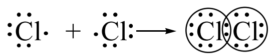
염소분자(Cl_2)나 염화수소분자(HCl)와 같은 분자가 이루어질 때 그리고 금강석(C)과 같은 견고한 결정이 이루어질 때는 원자들이 서로 어떻게 결합하는가?

이런 분자나 결정에서는 원자들사이에 이온결합이 일어나지 못한다.

그것은 전기음성도값이 같거나 비슷한 원소의 원자들사이에는 전자를 주고받는 일이 있을수 없기때문이다.

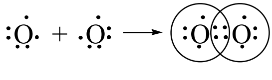
Cl_2분자는 성질이 같은 두 원자가 결합한것이고 HCl분자는 전기음성도값이 비슷한 두 원자가 결합한것이다.

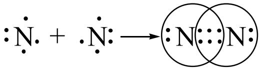
성질이 같은 두 염소원자 $_{17}Cl$가 만나면 각각 전자를 한개씩 내여 전자쌍을 만들고 그 전자쌍을 두 원자가 공동으로 가지면서 결합한다. 이때 매 염소원자의 최외전자수는 8개로 되여 안정하다.



두 원자가 전자쌍을 함께 가지면서 이루는 화학결합을 **공유결합**이라고 부른다. 그리고 공유결합에 참가한 전자쌍을 **공유전자쌍**이라고 부른다.

공유전자쌍은 하나만이 아니라 2개, 3개일수도 있다. 례를 들어 산소분자(O_2)에는 공유전자쌍이 2개이고 질소분자(N_2)에는 공유전자쌍이 3개이다.





분자는 원자들사이에 공유결합으로 이루어진 알갱이이다.

분자의 크기는 보통 0.1～1nm정도이다.

공유결합은 나노재료의 형성에서도 의의가 있다.

그러면 공유결합이 어떤 원소의 원자들사이에서 일어나는가?

공유결합은 전기음성도차가 령이거나 2.0보다 작은 음성원소

의 원자들사이에서 일어난다.

참고 — 나노재료

나노재료는 21세기에 가장 주목되는 화학재료이다.

나노재료는 수십~수백nm크기의 알갱이들을 압축하고 소결하여 인공적으로 만든다. 이미 널리 알려져있는 정밀사기재료(정밀세라멕스)는 나노재료의 하나이다.

나노재료는 지금까지 우리가 많이 써오던 화학조성이 같은 일반재료와 전혀 다르다.

그것은 우선 알갱이의 크기가 다르다. 일반재료의 알갱이크기는 ㎛ (1㎛=10^{-6}m)정도의 크기지만 나노재료의 알갱이크기는 nm(1nm=10^{-9}m) 정도의 크기다.

다음으로 나노재료들은 일반재료와 전혀 다른 특수한 성질을 가지고있다. 즉 굳기와 녹음점, 당김세기, 닳음견딜성, 삭음견딜성, 열과 전기전도성, 비열, 반응성 등이 완전히 다르다.

나노재료는 화학결정에 따라 금속나노재료, 비금속나노재료, 산화물나노재료, 사기나노재료, 고분자나노재료 등으로 나눈다.

원소의 원자가와 구조식

화학결합에 참가한 공유전자쌍의 수를 그 원소의 원자가라고 부른다.

다시말하면 공유전자쌍을 만드는데 내놓은 매 원자의 전자수가 원소의 원자가이다.

원소의 중요한 성질의 하나인 원자가는 그 원소의 원자가 다른 원소의 원자 몇개와 화학결합을 할수 있는가 하는 능력을 나타내는 수이다.

례를 들어 염소원자는 수소원자 한개와 결합(HCl)하고 산소원자는 수소원자 두개와 결합(H_2O)하며 질소원자는 수소원자 3개와 결합(NH_3)한다. 그리고 탄소원자는 수소원자 4개와

결합(CH_4)하므로 염소, 산소, 질소, 탄소의 원자가는 각각 1, 2, 3, 4이다. 이렇게 매 원소에는 원자가가 정해져있다.(표 5-12)

몇가지 원소의 원자가 　　　　표 5-12

족	1	14	15	16	17
점전자식	$H\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{C}}\cdot$ $\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{Si}}\cdot$	$:\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{N}}\cdot$ $:\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{P}}\cdot$	$:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot}{O}}\cdot$ $:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot}{S}}\cdot$	$:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{F}}\cdot$ $:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot$
원자가	1	4	3	2	1

원소의 원자가는 물질의 구조식을 쓰는데 리용된다.

화학결합을 이루고있는 매개 공유전자쌍을 선분 《-》으로 나타낸것이 구조식이다.

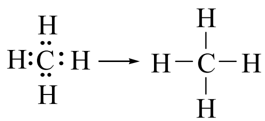
례: $H:H \rightarrow H-H$ (수소의 구조식)

$Cl:Cl \rightarrow Cl-Cl$ (염소의 구조식)

$O::O \rightarrow O=O$ (산소의 구조식)

$N:::N \rightarrow N\equiv N$ (질소의 구조식)

$H:\ddot{O}:H \rightarrow H-O-H$ (물의 구조식)



(메탄의 구조식)

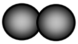
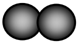
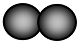
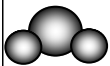
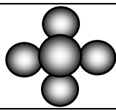
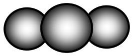
분자안에서 원자들사이의 결합을 선분으로 나타낸 화학식을 구조식이라고 부른다.

구조식에서 선분의 수는 원소의 원자가와 맞먹는다.

ⓘ 암모니아분자 NH_3의 구조식을 쓰고 질소의 원자가를 말하여라.

구조식에서 선분 하나로 표시된 결합을 단결합, 선분 두개로 표시된 결합을 2중결합, 선분 세개로 표시된 결합을 3중결합이라고 부른다. 그리고 둘이상의 선분(공유전자쌍)에 의하여 이루어진 화학결합을 다중결합이라고 부른다.

공유결합으로 이루어진 물질들 표 5-13

물질이름	수소	산소	질소	물	메탄	이산화탄소
분자식	H_2	O_2	N_2	H_2O	CH_4	CO_2
구조식	H–H	O=O	N≡N	O H ╱ ╲ H	H │ H—C—H │ H	O=C=O
결합	단결합	2중결합	3중결합	단결합	단결합	2중결합
분자의 구조모형						

참고 나노기술과 나노재료의 응용

21세기에 들어오면서 나노기술과 나노재료는 이미 여러 산업분야에 침투되여 널리 응용되고있다.

이미 세상에는 나노치솔과 나노치약, 나노화장품이 나오고 나노세탁기와 나노랭동기, 나노공기정화기와 나노전지들이 연구개발되였다. 그리고 군사분야에서도 나노정찰기(파리정찰기)와 나노로보트병사(개미병사), 나노미싸일(모기미싸일)과 나노위성(참새위성) 등이 연구개발되고있다.

원자결정과 분자결정

유리칼을 만드는데 쓰는 금강석은 매우 굳은데 왜 좀약으로 쓰는 나프탈린은 매우 무른가를 알아보자.

음성원소의 원자들은 공유결합에 의하여 분자를 이룰뿐아니라 결정을 만들기도 한다.

음성원소의 원자들이 공유결합으로 이루어진 결정을 **원자결정**이라고 부른다.

원자결정의 매 마디에는 원자들이 놓여있고 원자들간의 결합은 공유결합이다.

원자결정은 원자만으로 이루어진 물질이다.

원자결정의 대표적인 물질은 금강석(그림 5-10)이며 그밖에 카보런덤, 규소결정 등이 있다.

금강석은 탄소원자만으로 이루어진 결정이다. 금강석결정의 매 마디에는 탄소원자들이 놓여있으며 그 탄소원자들간의 결합은 공유결합이다. 그리고 탄소원자들간의 거리는 모두 같다.(그림 5-10)

그러므로 금강석은 매우 굳고 녹음점이 대단히 높다.(표 5-14)

원자결정의 굳기와 녹음점 표 5-14

물질 / 성질	금강석(C)	카보런덤(SiC)	규소(Si)
굳기(모오스)	10	9.5	7.0
녹음점/℃	3 500	2 700	1 400

원자결정으로 된 물질들은 전기전도성이 거의 없고 물에 용해되지 않으며 매우 굳다. 원자결정은 굳기는 하지만 금속처럼 질기지는 못하고 때리면 부스러진다. 그것은 공유결합이 끊어지면 다시 재생될수 없기때문이다.

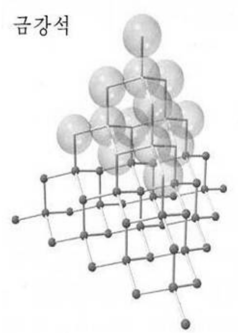


그림 5-10. 금강석결정

원자만이 아니라 분자로 된 결정성물질도 있다.

요드결정이나 나프탈린결정, 얼음은 분자로 이루어진 결정이다.

매우 가까운 거리에서는 분자들사이에도 약한 끌힘이 작용하여 결정을 이룬다.

분자들이 호상끌힘(반데르왈스힘)을 미치면서 이루어진 결정을 **분자결정**이라고 부른다.

분자결정의 매 마디에는 분자들이 규칙적으로 놓여있고 분자들사이에는 반데르왈스힘이 작용한다.

분자결정으로 된 물질들은 전기전도성이 없고 부스러지기 쉬우며 녹음점이 낮고 승화되는 성질이 있다. 그것은 결정을 이루고있는 분자들사이의 힘이 매우 약하기때문이다.

분자결정의 특수한 형태로서 액정이 있다.

액정이라는것은 결정과 같은 성질을 가지고있는 액체 즉 액체

결정이다. 다시말하면 액체의 성질과 결정의 성질을 함께 가지고있는 물질이다.

액정에서는 분자들이 분자결정에서처럼 규칙적으로 배렬되여있다. 그러나 그 배렬이 고정되여있지 못하고 외부작용에 의하여 모든 전기마당, 자기마당 등이 쉽게 변화된다.

온도를 변화시키거나 전기를 흘러보낼 때 그리고 자기마당이 작용하면 그 배렬이 달라지면서 물질의 색과 같은 성질이 변한다.

두 전극사이에 액정을 넣고 빛을 쪼이면 그대로 통과하지만 두 극에 전압을 걸어놓으면 액정을 이루고있는 분자들의 배렬이 무질서해지면서 빛이 반사굴절되여 투과도가 달라지며 색도 변한다.

그 결과 그 부분이 어두워지며 영상이 나타난다.

이런 성질에 기초하여 액정은 전자시계나 전자계산기의 수자표시에 쓰며 또 액정TV를 만드는데 쓴다.

금속결합과 금속결정

철이나 동, 알루미니움과 같은 금속들은 전기와 열을 잘 전달하며 두드려서 얇은 판으로 펼수도 있고 또 가는 줄로 뽑을수도 있다.

금속들이 이런 특수한 성질을 가지는 까닭이 무엇인가를 알아보자.

금속은 양이온과 그 둘레에 자유로이 운동하는 전자들만으로 이루어져있다.

금속의 원자들은 최외전자를 쉽게 내보내고 양이온으로 된다.

그리고 떨어져나온 전자들은 금속양이온들사이 공간에서 운동한다.

이 전자들을 자유전자라고 부른다.

금속안에서 양이온들과 자유전자들사이에도 전기적끌힘이 작용하여 양이온들이 흩어지지 못하게 한다.

자유전자에 의한 금속양이온들사이의 화학결합을 금속결합이라고 부른다.

금속결합은 양성원소의 원자들사이에서 일어난다.

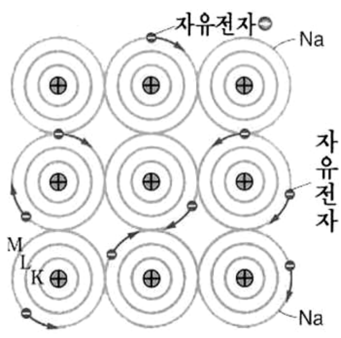


그림 5-11. 금속결정의 구조

금속들가운데는 결정구조를 가진것들이 많다. 금속결정의 매 마디에는 양이온들이 놓여있고 그것들사이의 결합은 금속결합이다.(그림 5-11)

금속의 물리성질은 금속결정의 구조와 깊은 관계를 가지고있다.

금속들이 모두 전기와 열을 잘 전달하는것은 금속결정을 이루고있는 자유전자들이 매우 쉽게 이동하기때문이다.

그리고 금속들이 모두 쉽게 판으로 펴지는 성질(전성)과 가는 줄로 뽑아지는 성질(연성)도 자유전자들에 의하여 금속결합이 끊어지지 않기때문이다. 바깥힘을 받아 금속결정이 이그러져 양이온들의 자리가 옮겨져도 금속결합은 그대로 유지된다.(그림 5-12)

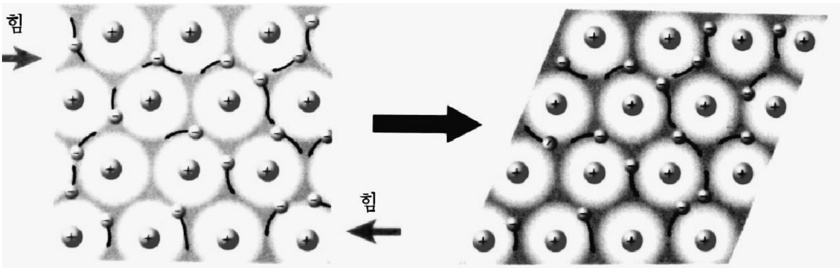


그림 5-12. 바깥힘을 받을 때의 금속결정

문 제

1. 칼시움원자 $_{20}Ca$와 산소원자 $_{8}O$로부터 이온이 생기는 과정을 전자배치로 설명하고 산화칼시움의 형성을 이온결합으로 나타내여라.
2. 전기음성도값(x)에 기초하여 다음 원소의 원자들사이에 어떤 화학결합이 이루어지겠는가를 설명하여라.

   ㄱ) 칼시움원자와 염소원자　　ㄴ) 탄소원자와 수소원자

   ㄷ) 탄소원자들간　　ㄹ) 나트리움원자와 산소원자

   ㅁ) 아연원자들간　　ㅂ) 요드원자들간

   ㅅ) 류황원자와 수소원자　　ㅇ) 나트리움원자들간
3. 이온결합과 공유결합, 금속결합의 다른 점을 다음의 물음에 따라 대답하여라.

   ㄱ) 무엇에 의하여 결합이 이루어지는가?

ㄴ) 결합을 이룰 때 매 원소의 원자들이 안정한 전자배치를 가지게 되는 까닭은 무엇인가?

ㄷ) 어떤 원소의 원자들사이에서 이루어지는가?

4. 다음의 물질들은 어떤 화합결합으로 이루어졌는가?

염소(Cl_2), 아연(Zn), 흑연(C), 산화칼리움(K_2O), 암모니아(NH_3)

5. 다음 문장들의 □안에 알맞는 말을 써넣어라.

ㄱ) 금강석결정에서 □원자들은 서로 같은 □에 배치되여있으며 □으로 결합되여있다.

ㄴ) 소금결정에서 □과 □은 서로 □으로 결합되여있다.

ㄷ) 동결정의 매 마디에는 □들이 배치되여있고 □들 사이에서 자유로이 운동하는 □에 의하여 결합이 이루어졌다.

6. 다음의 원소들사이에 공유결합을 이루는것과 이온결합, 금속결합을 이루는것을 찾고 결합과정을 설명하여라.

H, O, Na, C, Mg

7. 아래의 물질들이 어떤 결정이겠는가를 가려내고 그 근거를 설명하여라.

염화칼시움, 류황결정, 이산화규소, 금속마그네시움, 얼음, 고체탄산

8. 다음 원소의 원자들사이에 이루어지는 분자의 분자식과 구조식을 써보아라.

질소와 수소, 류황과 수소, 탄소와 수소, 탄소와 산소

제10절. 결합의 극성과 분자의 극성

결합의 극성

양성원소(x<1.8)의 수산화물은 염기성을 가지고 음성원소(x>2.1)의 수산화물이 산성을 가지는 까닭은 무엇인가?

전기음성도가 같은 두 원자가 공유결합을 이루었을 때와 전기음성도가 다른 두 원자가 공유결합을 이루었을 때 공유전자쌍이 놓이는 자리는 같지 않다.

산소분자 O_2이나 질소분자 N_2을 이루고있는 두 원자는 전기음성도가 꼭 같으므로 공유전자쌍이 어느 원자쪽으로도 쏠리지 않고 두 원자의 중간에 놓인다.

그러나 염화수소분자 HCl이나 물분자 H_2O에서는 염소원자와 산소원자들이 수소원자보다 전기음성도가 크므로 공유전자쌍이 염소원자와 산소원자쪽으로 쏠려 놓인다.

그 결과 염소원자나 산소원자쪽은 음전기를 띠고 수소원자쪽은 양전기를 띤다. 즉 극성을 띠게 된다.

화학결합을 이룬 공유전자쌍이 어느 한쪽 원자에로 쏠려서 극성을 띠는것을 **결합의 극성**이라고 부른다.

수소분자 H_2의 H-H결합과 산소분자 O_2의 O=O결합은 극성을 띠지 않으며 염화수소분자 HCl의 H-Cl결합과 물분자 H_2O의 O-H결합은 극성을 띤다.

결합의 극성에 따라 공유결합을 극성공유결합과 무극성공유결합으로 나눈다.

결합이 극성을 띠고있는 공유결합을 **극성공유결합**이라고 부르고 결합이 극성을 띠지 않는 공유결합을 **무극성공유결합**이라고 부른다.

간단히 **극성결합, 무극성결합**이라고도 부른다.

전기음성도가 같은 원자들간의 공유결합은 무극성공유결합이고 전기음성도가 다른 원자들간의 공유결합은 극성공유결합이다.

? N≡N결합과 C=O결합, S-H결합, C-H결합은 각각 어떤 공유결합인가?

결합의 극성을 리용하면 수산화물들이 산성과 염기성, 량성을 가

지는 원인을 쉽게 설명할수 있다.

먼저 수산화물의 중심원소(X)가 양성원소(x<1.8)인 경우를 보자.

산소와 수소의 전기음성도(x)는 각각 3.5와 2.1이다.

양성원소의 수산화물의 일반식 X-O-H에서 O-H결합의 전기음성도차는 언제나 다음과 같다.

$$\Delta x = 3.5 - 2.1 = 1.4$$

그리고 X-O결합의 전기음성도차는 언제나

$$\Delta x = 3.5 - 1.8 = 1.7$$

이며 1.4보다 크다.

그러므로 O-H결합보다 X-O결합의 극성이 크며 X-O결합이 쉽게 해리된다. 결과 양성원소의 수산화물은 해리되여 음이온으로 OH^-을 내며 염기성을 띤다.

다음으로 음성원소(x>2.1)의 수산화물을 보자.

음성원소의 수산화물에서는 X-O결합보다 O-H결합의 극성이 크며 O-H결합이 쉽게 해리된다. 결과 이 수산화물은 해리되여 양이온으로 H^+을 내며 산성을 띤다.

$$\underset{}{X}-\underset{x=3.5}{O}-\underset{2.1}{H}$$

X의 x>2.1인 경우 … 산성

X의 x<1.8인 경우 … 염기성

? Mg과 S의 수산화물들은 어떤 성질을 가지겠는가를 전기음성도차(Δx)로서 설명하여라.

? 수산화물이 량성을 가지는것을 결합의 극성으로 설명하여라.

분자의 극성

기체물질들인 염화수소(HCl)와 암모니아(NH_3)는 물에 매우 잘 용해되지만 산소(O_2)나 질소(N_2), 수소(H_2)는 물에 매우 적게 용해된다. 그 까닭이 무엇인가를 알아보자.

화학결합이 극성공유결합인가 무극성공유결합인가에 따라 분자안에도 극이 생길수 있다.

염화수소분자(HCl)에서와 같이 두 원자가 극성공유결합을 하

고있을 때는 그 분자안에도 +극과 -극이 있게 된다.

분자안에 +극과 -극이 있는 분자를 극성분자라고 부른다.

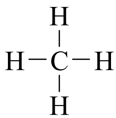
전기음성도가 다른 두 음성원소의 원자로 이루어진 분자에서는 결합이 극성공유결합이며 그 분자는 극성분자이다.

그러나 두 원자간의 공유결합이 무극성공유결합이면 분자가 극성을 띠지 않으며 무극성분자이다.

? 무극성분자의 실례를 2가지 들어보아라.

3개이상의 원자들로 이루어진 분자에서는 결합이 극성을 띠여도 분자는 극성을 띠지 않는 경우가 많다.

례를 들어 메탄분자(CH_4)에서는 네개의 C-H결합이 극성을 띠고있지만 분자는 무극성분자이다. 그것은 분자구조가 대칭적인 구조이기때문이다.

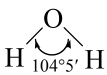


마찬가지로 분자구조가 대칭구조인 이산화탄소분자(CO_2)도 모두 무극성분자이다.

O=C=O

분자구조가 비대칭적인 구조를 가지면 그 분자는 극성분자이다.

례를 들어 물분자(H_2O)에서는 두개의 O-H결합이 직선상에 놓이지 않고 104° 5′의 각을 짓고있다.



그러므로 물분자는 극성분자이다.

암모니아분자(NH_3)에서 3개의 N-H결합도 비대칭적으로 놓여있기때문에 극성분자이다.

이렇게 분자의 극성은 결합의 극성과 함께 분자의 구조에 의존된다.

? 브롬분자(Br_2)와 브롬화수소분자(HBr)는 극성분자인가 무극성분자인가?

분자의 극성은 물질의 성질에 큰 영향을 준다.

얼음과 같이 극성분자로 된 결정은 나프탈린이나 요드결정과 같이 무극성분자로 된 결정보다 훨씬 굳고 승화가 잘 안된다.

그리고 극성분자로 된 기체는 무극성분자로 된 기체보다 액화되기 쉽다. 례를 들어 염화수소(HCl)기체는 염소(Cl_2)기체보다 퍽 쉽게 액화된다.

또한 극성분자로 된 기체는 무극성분자로 된 기체보다 물에 대한 용해도가 퍽 크다.

례를 들어 방온도에서 염화수소(HCl)기체와 암모니아(NH_3) 기체는 물 1L에 각각 450L와 710L씩 용해되지만 무극성분자로 된 산소기체와 질소기체는 매우 적게 용해된다.

문 제

1. 어떤 경우에 공유결합이 극성을 띠고 어떤 경우에는 띠지 않는가?

2. 어떤 경우에 분자가 극성을 띠는가?

3. 다음 결합에서 극성결합과 무극성결합을 가려내여라.

H-H, H-S, O-O, S-O, C-H, C-C, N-N

4. Ca과 N의 수산화물의 화학식을 세우고 그것들이 염기성 또는 산성을 가지는 원인을 설명하여라.

5. 전해질해리에서 물분자들이 결정적역할을 노는 까닭은 무엇인가?

6. 요드결정이 물에 거의 용해되지 않는 까닭은 무엇인가?

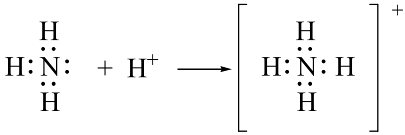
제11절. 배위결합과 착화합물

배위결합

질소비료로 쓰이는 류안 $(NH_4)_2SO_4$이나 질안 NH_4NO_3은 암모니움염이며 수용액에서 해리하여 암모니움이온 NH_4^+을 낸다.

암모니움이온 NH_4^+은 어떤 결합으로 이루어졌는가?

암모니움이온 NH_4^+은 암모니아분자 NH_3와 수소이온 H^+사이의 결합으로 이루어졌다.



NH_3분자와 H^+사이의 결합은 NH_3분자의 질소원자에 있던 비공유전자쌍에 의하여 이루어졌다.

분자를 이루고있는 원자에서 결합에 참가하지 않고있는 전자쌍을 비공유전자쌍이라고 부른다.

한쪽 원자의 비공유전자쌍을 함께 가지면서 이루어지는 공유결합을 배위결합이라고 부른다.

이렇게 배위결합은 비공유전자쌍에 의하여 일어나며 공유결합의 한 형태로 볼수 있다.

배위결합을 이룰 때 비공유전자쌍을 내는 알갱이(분자나 이온)를 주개라고 부르며 받는 알갱이(이온)를 받개라고 부른다.

암모니움이온 NH_4^+에서 주개는 NH_3분자이고 받개는 H^+이온이다.

이렇게 배위결합은 주개와 받개사이에서 일어난다.

착화합물

주개와 받개사이에 배위결합을 하여 이루어진 원자의 집단을 착체(혹은 착이온)라고 부른다. 우에서 본 암모니움이온 NH_4^+은 착이온이다.

그리고 착체(혹은 착이온)가 들어있는 화합물을 착화합물이라고 부른다.

착이온인 암모니움이온 NH_4^+이 들어있는 화합물인 류안

$(NH_4)_2SO_4$, 질안 NH_4NO_3, 염안 NH_4Cl 등은 모두 착화합물이다.

동이온 Cu^{2+}도 받개로 된다. 동이온 Cu^{2+}은 4개의 비공유전자쌍을 받는다.

동의 착화합물을 만들어보자.



동착화합물의 만들기

① 묽은 류산동용액을 시험관에 5mL정도 넣고 거기에 묽은 암모니아수를 스포이드로 방울방울 떨구어넣으면서 잘 흔든다. 어떤 현상이 일어나는가를 본다.

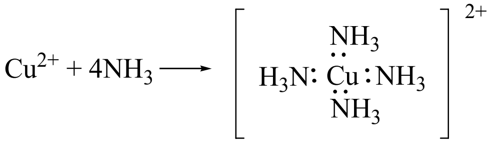
② 생긴 침전물이 다 용해될 때까지 암모니아수를 계속 넣는다. 용액의 색이 어떻게 변하는가를 본다.

류산동 $CuSO_4$용액에 암모니아수를 방울방울 떨구어넣으면 처음에는 시험관에 연한 풀색의 침전물 $Cu(OH)_2$이 생긴다. 이때 일어나는 반응은 다음과 같다.

$$Cu^{2+} + 2OH^{-} = Cu(OH)_2\downarrow$$

암모니아수를 계속 넣으면 침전물이 용해되면서 진한 푸른색용액이 생긴다. 이 용액은 동의 착화합물용액이며 색을 띠는것은 착이온 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$때문이다.

이 착이온은 주개인 NH_3분자와 받개인 Cu^{2+}이온사이의 배위결합으로 이루어진다.



반응에서 얻어진 착화합물은 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$(류산테트라암민동)이다.

착화합물은 수용액에서 착이온을 내면서 해리한다.

$$(NH_4)_2SO_4 = 2NH_4^{+} + SO_4^{2-}$$

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 = [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$$

화합물가운데는 착화합물이 적지 않다. 화학실험실에서 자주 보는 황혈염 $K_4[Fe(CN)_6]$과 적혈염 $K_3[Fe(CN)_6]$도 착화합물이

며 록색식물의 엽록소와 동물피의 혈색소도 착화합물이다.

수소결합

얼음은 나프탈린과 같이 분자결정이지만 나프탈린보다 퍽 굳으며 쉽게 승화되지도 않으며 밀도가 작아서 물우에 뜬다.

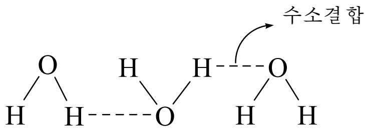
얼음만이 아니라 액체인 물도 특수한 성질을 가지고있다.

물의 밀도는 4℃에서 가장 크며 모든 액체들가운데서 비열이 제일 크다. 얼음과 물이 이런 특수한 성질을 가지는 까닭이 무엇인가를 알아보자.

ⓘ 승화란 무엇이며 비열이란 무엇인가?

얼음과 물이 특수한 성질을 가지는 원인은 한마디로 물분자들사이에 수소결합을 하고있기때문이다.

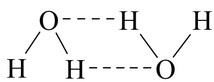
전기적음성이 센 산소원자와 결합하고있는 수소원자는 또 하나의 다른 분자의 산소원자와 결합을 이룬다. 이 결합이 수소결합이다.



수소결합은 이온결합이나 공유결합보다 훨씬 약한 결합이다.

그러나 수소결합도 수소원자와 산소원자사이의 전기적끌힘에 의하여 일어난다는 점에서는 이온결합과 비슷하며 수소원자는 받개로, 산소원자는 주개로 되여있다는 점에서는 배위결합과도 비슷하다.

온도가 4℃일 때는 두 물분자사이에서 두개의 수소결합이 일어나면서 분자들사이의 거리가 가장 가까와진다.



결과 단위체적속에 물분자들이 가장 많이 모여있게 되므로 밀도가 커진다. 그러나 얼음결정에서는 두 물분자들사이에 수소결합이 하나인것이 많아지면서 물분자사이거리가 멀어지므로 밀도가 물

보다 작아진다. 그래서 얼음은 물우에 뜬다.

수소결합은 이온결합이나 공유결합보다는 약하지만 반데르왈스힘보다는 세며 따라서 반데르왈스힘에 의하여 이루어진 분자결정인 나프탈린보다 얼음은 굳고 잘 승화되지도 않는다.

액체들가운데서 물의 비열이 가장 큰 원인도 물분자들이 서로 수소결합을 하고있기때문이다. 물 1kg의 온도를 1℃만큼 높이는데 드는 열량이 다른 액체들보다 큰것은 수소결합을 끊는데도 열에네르기가 소비되기때문이다.

물은 비열이 크기때문에 방안을 덥히는 난방용수로도 쓰이고 더운 물체를 식히는 랭각수로도 쓰인다.

그리고 자연계에서 물은 기온을 조절하는 역할을 하게 된다.

Ⓠ 바다가의 날씨가 여름에는 선선하고 겨울에는 훈훈한 까닭을 물의 성질로 설명하여라.

문 제

1. 배위결합이 공유결합과 같은 점은 무엇이고 다른 점은 무엇인가?

2. 황혈염과 적혈염에 대하여 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 착화합물의 해리를 방정식으로 나타내여라.

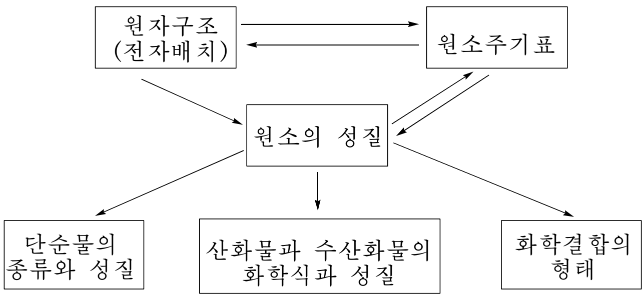
ㄴ) 착이온의 이온가는 각각 얼마인가?

ㄷ) 원소들의 산화수를 알아보아라. 두 염에서 철의 산화수가 같은가 다른가?

ㄹ) 두 염에 철이 각각 몇%씩 들어있는가?

3. 추운 겨울에는 병에 넣은 물이 얼면서 병이 터진다. 왜 그런가를 설명하여라.

장종합



1) 원자구조
- 원자핵(+)
  - 양성자 — 핵전하수 — 원자번호(원자결정)
  - 중성자 $N + Z = A$(질량수)
- 전자(−) — 전자의 수 = Z

2) 원소주기표
- 원자번호(Z) — 양성자의 수 — 전자의 수
- 주기(7개)
  - 짧은 주기··· 1, 2, 3주기
  - 긴 주기··· 4, 5, 6, 7주기
  - } 주기번호=전자총수
- 족(18개)
  - 전형원소족- 족번호의 하나자리수=최외전자수
  - 파도원소족
- 란타노이드와 악티노이드

(원자번호, 주기, 전형원소족] 전자배치)

3) **원소의 성질**

- 전기음성도
  - 전기적양성이 센것(x<1.8) · · · 양성원소
  - 전기적음성이 센것(x>2.1) · · · 음성원소
  - 전기적양성과 전기적 음성이 비슷한것(x=1.8~2.1) · · · 량성원소
  - (양성원소, 음성원소, 량성원소: 화학원소)
- 산화수
  - 가장 큰 산화수 — (최외전자수)
  - 가장 작은 산화수 — (8-최외전자수)
- 원자가 — 화학결합을 하는 공유전자쌍의 수(결합능력)

4) **화학결합**

- 이온결합
  - 이온들사이의 전기적끌힘에 의한 결합
  - 전기음성도차 Δx >2.0인 양성원소와 음성원소 사이에 일어남
  - 이온결정을 만듦
- 공유결합
  - 공유전자쌍에 의한 결합
  - 전기음성도차 Δx=0, Δx<2.0인 음성원소들 사이에 일어남
  - 원자결정, 분자결정을 만듦
- 금속결합
  - 자유전자에 의한 결합
  - 전기음성도차 Δx=0인 양성원소의 원자들 사이에서 일어남
  - 금속결정을 만듦
- 배위결합
  - 외로운전자쌍에 의한 결합
  - 주개와 받개사이에서 일어남
  - 착화합물을 만듦

복습문제

1. 원자와 원소, 단순물이라는 말은 서로 어떻게 다른가? 례를 들어 설명하여라.

2. 다음 문장들에서 옳고그른것을 가려내고 그 원인을 설명하여라.

ㄱ) 공기는 주로 산소원소와 질소원소로 이루어진 화합물이다.

ㄴ) 공기는 주로 단순물인 산소와 질소로 이루어진 혼합물이다.

ㄷ) 수증기는 수소기체와 산소기체로 이루어졌다.

ㄹ) 어항속의 물고기는 산소원소로 호흡한다.

ㅁ) 물분자는 수소원소 2개와 산소원소 1개로 이루어져있다.

ㅂ) 물분자는 수소원자 2개와 산소원자 1개로 이루어져있다.

3. 다음 문장들의 □안에 알맞는 말을 써넣어라.

ㄱ) 원자는 [1]과 [2]로 이루어진 알갱이인데 [1]은 양전기를 띠고 [2]는 음전기를 띤다. [1]의 전하수를 [3]라고 하며 [3]는 [4]와 같다. 원자는 전기적으로 중성이므로 [4]와 [2]의 수도 같다.

ㄴ) 원자의 전자층들에 배치될수 있는 전자의 최대수는 K층에 □개, L층에 □개, M층에 □개이다.

ㄷ) Na^{+}와 꼭같은 수의 전자를 가진 원자의 원소기호는 □이며 Cl^{-}와 꼭같은 수의 전자를 가진 원자의 원소기호는 □이다.

4. 다음 원소들이 원소주기표에 놓여있는 자리를 찾고 그것에 기초하여 전자배치를 하여라.

Mg, K, Br, P

5. 원소주기표의 2족원소들인 Be, Mg, Ca, Sr, Ba원자의 전자배치를 전자층기호로 나타내고 전자배치에서 같은 점과 다른 점을 찾은 다음 그 원소들의 성질에서 비슷한 점과 다른 점을 설명하여라.

6. Mg^{2+}, Al^{3+}, O^{2-}이온들이 있다. 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 원자로부터 매 이온이 생기는 과정을 식으로 나타내여라.

ㄴ) 매 이온을 전자층기호로 나타내고 그것이 어느 원자의 전자층기호와 같은가?

ㄷ) 매 이온의 전하수는 얼마이고 전자의 수는 몇개인가?

ㄹ) 어느 이온들사이에서 이온결합이 이루어질수 있는가?

7. 산소의 동위체 $^{16}_{8}O$ 에서 16은 (　)이고 8은 (　)이다. 다음의 표현들에서 알맞는것을 골라 써넣어라.

ㄱ) 16은 원소의 원자량이다.

ㄴ) 16은 동위체의 원자량이다.

ㄷ) 16은 동위체의 질량수이다.

ㄹ) 16은 원자의 질량수이다.

ㅁ) 8은 전하수이다.

ㅂ) 8은 양성자수이다.

ㅅ) 8은 원자번호이다.

ㅇ) 8은 전자의 수이다.

8. 공유결합을 할 때 염소는 1개, 산소는 2개, 질소는 3개, 탄소는 4개의 공유전자쌍을 만들수 있다. 그 원인을 전자층기호로 설명하여라.

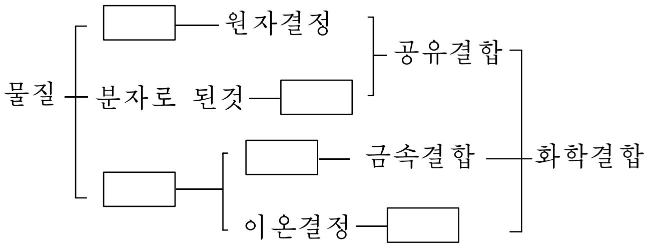
9. 이온결합으로는 분자가 이루어지지 않고 결정만이 이루어지지만 공유결합으로써는 분자도 이루어지고 결정도 이루어진다. 그 까닭을 설명하여라.

10. 금강석과 철의 물리성질에서 다른 점을 찾고 그 근거를 화학결합과 결정구조에 기초하여 설명하여라.

11. 이온결정, 원자결정, 분자결정, 금속결정의 성질비교표를 다음과 같이 만들어라.

물리성질	이온결정	원자결정	분자결정	금속결정
전기전도성(있다, 없다)				
녹음점(높다, 낮다)				
굳기(세다, 약하다)				
바스러짐성(있다, 없다)				

12. 다음 표의 □안에 알맞는 말을 써넣고 그 근거를 설명하여라.



13. 원소주기표의 서로 다른 주기에 놓여있는 원소들인 A, B, C가 있다. B원소의 원자는 최외전자층인 *L*층에 전자가 4개 있고 A원소의 2가양이온은 그 전자배치모형이 아르곤(Ar)원자와 같다. 그리고 C원소의 원자는 A원소의 원자보다 전자수가 3개 적다는것을 알고 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) A, B, C원소는 무슨 원소인가? 원소기호로 써보아라.

ㄴ) 매 원소의 원자의 전자층기호를 나타내여라.

ㄷ) 매 원소의 성질은 어떠한가?

ㄹ) 최대산화수에 해당하는 산화물의 화학식을 세워라.

ㅁ) 어떤 단순물을 만드는가? 단순물이 원자로 된 물질인가 분자로 된 물질인가? 무슨 결정인가?

ㅂ) A와 C원소사이, B와 C원소사이에는 어떤 화학결합으로 무슨 물질이 만들어지는가? 물질의 화학식을 쓰고 결합의 극성과 분자의 극성을 말하여라.

14. 20℃, 0.1MPa에서 물 1L에 암모니아기체는 710L, 염화수소기체는 450L 용해된다.

ㄱ) 두 기체가 물에 잘 용해되는 까닭은 무엇인가?

ㄴ) 얻은 두 포화용액의 농도는 각각 몇%인가?

(**답.** 33.4%, 40.5%)

15. 기체인 H_2, O_2, CO_2이 각각 1g씩 있다. 다음의 물음에 대답하여라.

ㄱ) 물질량은 얼마씩인가?

ㄴ) 분자수는 몇개씩인가?

ㄷ) 표준조건에서의 체적은 얼마씩인가?

16. 밀도가 1.14g/cm^{3}인 28% 염산용액 100mL를 가지고 750mL의 용액을 만들었다. 만든 용액의 몰농도는 얼마인가?

(**답.** 1.17mol/L)

17. 불에 달군 동을 염소기체속에 넣었더니 동 6.4g이 반응하였다. 반응한 염소기체의 체적은 몇L(표준조건)이며 반응결과 무슨 물질이 몇g 생겼겠는가? (**답**. 2.24L, $CuCl_2$ 13.5g)

18. 수산화칼시움용액 20mL를 중화하는데 0.1mol/L 류산용액이 10mL 소비되였다. 수산화칼시움용액의 몰농도는 얼마이며 반응에 참가한 H^+이온과 OH^-이온의 수는 각각 얼마인가?

(**답**. 0.05mol/L, 각각 1.2×10^{21})

19. 20℃, 0.1MPa에서의 체적으로 4.81L의 수소기체를 만들려면 염산에 아연을 몇g이나 반응시켜야 하는가? (**답**. 13.08g)

20. $Ca(OH)_2$ 0.2mol과 완전히 반응하는데 필요한 12% HNO_3용액의 량은 몇g인가? (**답**. 210g)

21. 0.1mol/L H_2SO_4 500mL를 만들려면 밀도가 1.84g/cm^3인 98% H_2SO_4용액이 몇mL 있어야 하는가? 이 용액을 만드는데 쓰는 실험기구는 무엇인가? (**답**. 2.7mL)

22. 0.5mol/L $CuSO_4$용액 250mL를 만들려면 청반 $CuSO_4\cdot5H_2O$가 몇g 있어야 하는가? 이 용액을 만드는데 쓰는 실험기구는 무엇인가? (**답**. 31.19g)

23. 농도가 7.5%와 60%인 두 용액을 섞어서 15% 용액 350g을 만들려고 한다. 두 용액을 몇g씩 섞어야 하는가?

(**답**. 300g, 50g)

24. 류산용액에 가성소다를 반응시켰더니 류산수소나트리움 $NaHSO_4$ 3.6g과 류산나트리움 Na_2SO_4 4.84g이 생겼다. 류산용액에 H_2SO_4이 몇g 들어있었으며 반응한 NaOH는 몇g인가?

(**답**. 6.28g, 3.92g)

25. 산화아연과 아연의 혼합물 10.7g과 완전히 반응하는데 10.22% 염산용액 100g이 소비되였다. 혼합물에 산화아연과 아연이 각각 몇%씩 들어있었는가? (**답**. 75.7%, 24.3%)

실　험

[실험 1] 염화수소, 염산의 만들기와 성질

실험목적: 염화수소와 염산을 만드는 방법과 그것들의 성질을 실험으로 검증하면서 공고히 습득하는데 있다.

실험기구: 가지달린 플라스크(또는 플라스크), 점적깔때기(또는 안전깔때기), 고정대, 시험관과 시험관대, 기체유도관, 알콜등, 약숟가락, 유리막대기, 스포이드, 점적판

시약: 소금, 짙은 류산용액(70%), 0.1mol/L 질산은용액, pH지(또는 푸른 리트머스지), 산화동, 아연

실험방법

① 그림 1에 있는 장치들가운데서 어느 하나를 선택하여 그림 2와 같은 염화수소만들기장치를 꾸민다.

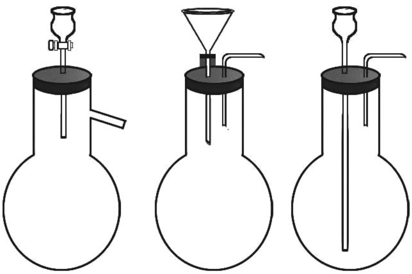


그림 1

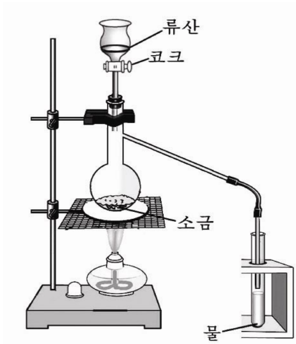


그림 2

② 꾸민 장치의 플라스크에 소금을 약 5g정도 넣고 마개를 잘 막은 다음 기체가 새지 않는가를 검사한다.

ⓘ 기체가 새지 않는가를 어떻게 검사하는가?

③ 점적깔때기를 거쳐서 짙은 류산용액을 소금이 다 잠길 정도

로 넣은 다음 알콜등으로 열을 준다.

④ 나오는 기체를 기체유도관을 통하여 물이 들어있는 시험관에 넣는다. 이때 기체유도관의 끝이 물에 잠기면 안된다.

ⓘ 왜 기체유도관끝이 물에 잠기면 안되는가?

⑤ 염화수소를 물에 용해시켜 만든 염산용액으로 그 성질을 알아본다.

ㄱ) 염산용액을 유리막대기에 찍어 푸른 리트머스지에 묻혀본다. 무슨 색으로 변하는가?

ㄴ) 접적판에 스포이드로 염산용액을 몇방울 떨구고 거기에 질산은용액을 1~2방울 넣어본다. 흰색의 침전물이 생기는가? 일어난 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

ㄷ) 시험관에 산화동가루를 조금 넣고 염산용액을 1mL정도 부어넣은 다음 흔들면서 어떤 변화가 일어나는가를 본다. 일어난 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

ㄹ) 만든 염산용액이 3mL정도 들어있는 시험관에 아연쪼각을 넣고 어떤 변화가 일어나는가를 본다.
일어난 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

[실험 2] 산의 성질

실험목적: 산의 성질을 실험으로 검증하면서 공고히 습득하는데 있다.

실험기구: 시험관과 시험관대, 스포이드, 유리막대기, 기체유도관, 고무마개, 알콜등, 고정대, 약숟가락

시약: 짙은 염산용액, 짙은 류산용액, 짙은 초산용액, 아연, 푸른 리트머스지, 페놀프탈레인용액(0.1%), 산화동

실험방법

① 3개의 시험관에 물을 4mL씩 넣고 짙은 염산, 짙은 류산, 짙은 초산용액을 각각 2mL정도씩 넣는다. 산들이 물에 잘 용해되는가? 용해될 때 열이 나는가?

② 매 시험관의 용액을 유리막대기에 찍어 푸른 리트머스지에 묻혀본다. 리트머스지의 색이 어떻게 변하는가?
다음 매 시험관에 페놀프탈레인용액을 3방울씩 떨구어넣는다. 용액의 색이 어떻게 변하는가?

③ 매 시험관의 용액을 각각 2개의 시험관에 절반씩 갈라넣어 두조를 만든다.

④ 다른 한조의 3개 시험관들에는 산화동가루를 조금씩 넣고 뒤흔든다. 잘 반응하지 않으면 조심히 덥힌다. 반응이 일어나는가?

실험에서 관찰한 결과를 다음의 표에 적어넣는다.

성질 \ 산	물에 대한 용해성	물에용해될 때 열현상	알림약의 색변화		금속과의 반응	금속산화물과의 반응
			리트머스지	페놀프탈레인		
염산						
류산						
초산						

[실험 3] 1mol/L 소금용액 50mL 만들기

실험목적: 몰용액을 만드는 방법과 메스플라스크의 사용법을 습득시키는데 있다.

실험기구: 50mL들이 메스플라스크, 비커, 약저울, 세척병, 스포이드, 약숟가락, 유리막대기

시약: 정제소금

실험방법

① 1mol/L 소금용액 50mL를 만드는데 필요한 소금의 량을 계산한다.
② 약저울에서 소금 2.9g을 단다.
③ 저울질한 소금을 비커에 넣고 증류수 20mL에 용해시킨다. 완전히 용해될 때까지 유리막대기로 휘저어준다.
④ 비커의 소금용액을 50mL들이 메스플라스크에 모두 옮겨넣는다. 증류수로 비커의 안벽을 2~3번 씻어서 모두 메스플라스크에 부어넣는다.

ⓘ 왜 비커의 안벽을 증류수로 씻어 넣는가?

⑤ 메스플라스크의 눈금보다 1~2cm 낮은 곳까지 증류수를 부어넣는다. 다음에는 스포이드로 증류수를 조금씩 넣어 용액의 오목면이 눈금과 맞아지게 한다.
⑥ 메스플라스크의 아구리에 마개를 막고 아래우로 몇번 흔들어 용액이 골고루 뒤섞이게 한다.

ⓘ 왜 만든 용액을 골고루 뒤섞는가?

⑦ 만든 용액을 정해진 병에 넣는다.

[실험 4] 염기의 성질

실험목적: 염기의 성질을 실험으로 검증하면서 공고히 습득하는데 있다.

실험기구: 시험관과 시험관대, 유리막대기, 스포이드, 기체유도관

시약: 수산화나트리움(고체), 수산화칼시움(고체), 수산화동(갓 만든것), 붉은 리트머스지, 페놀프탈레인용액, 염산용액

실험방법

① 3개의 시험관에 수산화나트리움, 수산화칼시움, 수산화동(갓 만든것)을 각각 1g정도씩 넣는다.
매 시험관에 물을 3mL정도씩 넣고 용해시킨다.
염기들의 용해성과 용해될 때까지의 열현상을 관찰하여라.
② 매 시험관의 용액을 유리막대기로 찍어내여 손가락에 묻히

고 비벼본다. 어떤 손맛이 느껴지는가?(곧 손을 물에 씻어야 한다.)

③ 매 시험관의 용액을 유리막대기로 찍어 붉은 리트머스지에 묻혀본다. 리트머스지의 색이 어떻게 변하는가?

④ 매 시험관의 용액을 각각 2개의 시험관에 절반씩 갈라넣어 두조를 만든다. 그중 한조의 3개의 시험관에 페놀프탈레인용액을 3방울씩 떨구어넣는다. 용액의 색이 어떻게 변하는가?

⑤ 분홍색으로 변한 3개의 시험관에 색이 없어질 때까지 스포이드로 염산용액을 방울방울 떨구어넣는다.
왜 용액의 분홍색이 순식간에 없어지는가?
색이 없어진 매 시험관의 용액에 붉은 리트머스지를 잠그어본다. 리트머스지의 색이 변하는가?

⑥ 다른 한조의 3개의 시험관용액에 차례로 기체유도관을 잠그어넣고 입김을 조금씩 불어넣는다.(한 시험관에서 다른 시험관으로 기체유도관을 옮길 때마다 그것을 물에 씻어야 한다.) 어떤 현상이 나타나는가?

실험에서 관찰한 결과를 다음의 표에 적어넣는다.

성질 / 염기	물에 대한 용해성	물에 용해될 때 열현상	손맛	알림약의 색변화		산과의 반응	비금속산화물과의 반응
				리트머스지	페놀프탈레인		
NaOH							
$Ca(OH)_2$							
$Cu(OH)_2$							

[실험 5] 몇가지 물질의 검출

실험목적: 주어진 시약만을 리용하여 몇가지 물질을 검출하면서 검출반응에 대한 지식을 다진다.

실험기구: 시험관과 시험관대, 피페트, 스포이드

시약: 염화바리움용액, 류산나트리움용액, 탄산나트리움용액, 류산용액

실험내용: 이름표가 없는 4개의 시약병에 염화바리움용액, 류산나트리움용액, 탄산나트리움용액, 류산용액이 20mL씩 들어있다. 어느 시약병에 어떤 물질이 들어있는가를 알아내는데 1번-4번까지의 번호를 붙인 우의 시약만을 리용할수 있다.

실험방법:

① 실험계획을 다음과 같이 세울수 있다.

시약 / 물질	$BaCl_2$	Na_2SO_4	Na_2CO_3	H_2SO_4
$BaCl_2$		↓	↓	↓
Na_2SO_4	↓			
Na_2CO_3	↓			↑
H_2SO_4	↓		↑	

② 실험계획에 따라 4개의 시험관에 1-4까지의 번호를 붙이고 해당한 시약병의 용액을 2mL씩 넣는다. 다음 매 시험관에 스포이드로 1번 시약병의 용액을 3~4방울씩 떨구어넣는다. 어느 시험관에서 침전물이 생기는가?

③ 다른 4개의 시험관에 번호를 붙이고 역시 해당한 시약병의 용액을 2mL씩 넣는다. 이번에는 매 시험관에 스포이드로 2번 시약병의 용액을 떨구어넣는다. 어느 시험관에서 침전물이 생기는가?

④ 또 다른 4개의 시험관에 번호를 붙이고 역시 해당한 시약병의 용액을 2mL씩 넣는다. 이번에는 스포이드로 3번 시약병의 용액을 떨구어넣는다. 어느 시험관에서 침전물이 생기고 어느 시험관에서 기체가 생기는가?

⑤ 우와 같은 방법으로 4번 시약병의 용액을 시약으로 써서 실험한다. 어느 시험관에서 침전물이 생기고 어느 시험관에서 기체가 생기는가?

실험에서 관찰한 결과를 아래의 표에 기록하고 어느 시약병의 용액이 무슨 물질인가를 정한다.

시약번호 / 용액번호	1	2	3	4	알아낸 용액의 이름과 그 화학식
1					
2					
3					
4					

ⓘ 용액이 무슨 물질인가를 알아낸 다음 관찰한 반응들을 화학방정식과 이온방정식으로 써보아라.

[실험 6] 이산화탄소의 만들기와 성질

실험목적: 이산화탄소를 만들고 그 성질을 실험으로 검증하면서 산성산화물에 대한 지식을 다지는데 있다.

실험기구: 기체만들기장치, 시험관과 시험관대, 비커, 알콜등, 기체유도관

시약: 10% 염산용액, 대리석(혹은 석회석), 석회수, 초, 푸른 리트머스지

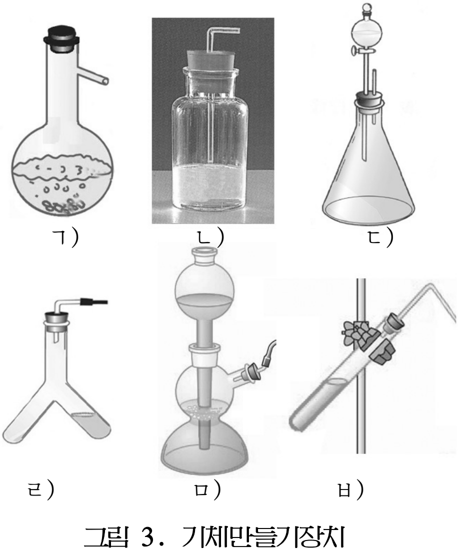


그림 3. 기체만들기장치

실험방법

① 그림에 있는 기체만들기장치들가운데서 알맞는것을 골라서 장치를 꾸미고 새지 않는가를 검열한다.

② 꾸민 장치에 대리석쪼각을 몇개 넣고 거기에 염산용액을 부어넣는다. 마개를 잘 막고 나오는 기체를 비커에 모은다. 기체를 모은 비커안에 초불을 가만히 넣어본다. 왜 불이 인차 꺼지는가?

? 이산화탄소는 왜 얼마동안은 뚜껑이 없이도 비커에 모을수 있는가?

③ 기체유도관으로 나오는 이산화탄소를 시험관의 물속으로 통과시키면서 그 물에 푸른 리트머스지를 잠근다. 리트머스지의 색이 어떻게 변하는가?

④ 기체유도관으로 나오는 이산화탄소를 시험관에 들어있는 석회수에 통과시킨다. 어떤 변화가 일어나는가? 일어난 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

실험문제

1) 4가지 용액(HCl, H_2SO_4, $NaOH$, $Ca(OH)_2$)의 갈라보기

2) 3가지 고체물질($NaCl$, Na_2SO_4, Na_2CO_3)의 갈라보기

화 학(중학교 제4학년용)

집 필 부교수 안원국, 최정화, 김미란 심 사 심의위원회

편 집 황동일 콤퓨터편성 김광영

장 정 김광영 교 정 리정애

낸 곳 교육도서출판사 인쇄소 교육도서인쇄공장

인 쇄 주체100(2011)년 8월 1일 발 행 주체100(2011)년 8월 11일

교-10-보-794 값 10원